P. SAVU
D. BUCUR

ORGANIZAREA ȘI AMENAJAREA TERITORIULUI AGRICOL CU LUCRĂRI DE ÎMBUNĂTĂȚIRI FUNCIARE

EDITURA „ION IONESCU DE LA BRAD"

IAȘI - 2002

III 269.300

BIBL. CENTR. UNIV.
„M. EMINESCU" IAŞI
III 269.300

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

43

Prof. univ. dr. ing.
Paul SAVU

Şef lucr. dr. ing.
Daniel BUCUR

301378

ORGANIZAREA ŞI AMENAJAREA TERITORIULUI AGRICOL CU LUCRĂRI DE ÎMBUNĂTĂŢIRI FUNCIARE

343395
B.C.U. IASI

Editura "Ion Ionescu de la Brad"

IAŞI - 2002

ALE

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Coperta și subcoperta:
Daniel BUCUR

Referenți științifici:
Prof. dr. ing. Corneliu CISMARU
Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iași

Prof. dr. ing. Valer MOCA
Universitatea de Științe Agricole
și Medicină Veterinară Iași

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

SAVU, PAUL
Organizarea și amenajarea teritoriului agricol cu lucrări de îmbunătățiri funciare / Paul Savu, Daniel Bucur. - Iași : Editura "Ion Ionescu de la Brad", 2002
502 p.; 24 cm ; 224 il.
Bibliogr.
ISBN: 973-8014-62-X

I. Bucur, Daniel

631.6

ISBN: 973-8014-62-X

© Editura "Ion Ionescu de la Brad" Iași

1. OCT. 2002

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Prefață

Folosirea eficientă și durabilă a fondului funciar agricol, care în România reprezintă aproximativ 62 % din potențialul funciar al țării, depinde prioritar de ansamblul măsurilor - tehnice, economice, juridice și sociale - de ordonare, amenajare (echipare) și valorificare a terenurilor pentru desfășurarea optimă a proceselor de producție în agricultură și protecția mediului înconjurător.

Cunoașterea de către specialiștii care lucrează în agricultură a principiilor raționale de folosire a pământului, de stabilire, dimensionare și amplasare a categoriilor de folosință și de valorificare integrală a suprafeței și potențialului fondului funciar - prin extinderea, exploatarea și întreținerea corespunzătoare a lucrărilor de îmbunătățiri funciare - este în beneficiul propășirii agriculturii naționale.

Prezenta lucrare înfățișează sistematic problematica teoretică și practică a organizării teritoriului agricol - stabilirea profilului unității agricole, a categoriilor de folosință a terenului, amplasarea centrelor de producție, organizarea terenului categoriilor de folosință, amplasarea și dimensionarea drumurilor agricole - precum și noțiunile teoretice și aplicative ale amenajării terenurilor cu lucrări de îmbunătățiri funciare - irigații, desecare-drenaj, prevenirea și combaterea eroziunii solului și a alunecărilor de teren. Volumul cuprinde, de asemenea, noțiunile generale de hidraulică și hidrologie necesare înțelegerii problemelor specifice amenajărilor cu lucrări de îmbunătățiri funciare.

Lucrarea se adresează în primul rând studenților de la facultățile de Agricultură și Horticultură dar, este utilă tuturor specialiștilor care lucrează în agricultură.

Pornind de la convingerea că prezenta lucrare este susceptibilă de completări și îmbunătățiri, autorii își exprimă recunoștința pentru cei care vor adresa observații și sugestii de care să se țină seama la o nouă ediție.

Autorii

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

CUPRINSUL

I. Obiectul şi importanţa organizării şi amenajării teritoriului..... 11
1.1 Conceptul de fond funciar şi fond funciar agricol..... 11
1.2 Noţiuni generale privind organizarea şi amenajarea teritoriului..... 15
1.3 Organizarea şi amenajarea teritoriului - disciplină de sinteză între ştiinţele tehnice şi cele economico-sociale..... 18
1.4 Caracteristicile şi obiectivele organizării şi amenajării teritoriului..... 20
1.5 Clasificarea lucrărilor de organizare şi amenajare a teritoriului..... 21

II. Organizarea teritoriului agricol..... 25
2.1 Obiectivele organizării teritoriului agricol..... 25
2.2 Cerinţele organizării teritoriului unităţilor (exploataţiilor) agricole..... 26
2.3 Componentele organizării teritoriului agricol..... 27

III Stabilirea profilului unităţii agricole..... 27
3.1 Dimensiunea exploataţiei agricole..... 28
3.2 Ferma - unitate de producţie a exploataţiei agricole..... 31

IV. Stabilirea categoriilor de folosinţă a terenului..... 32
4.1 Criteriile şi principiile stabilirii categoriilor de folosinţă..... 32
4.2 Pretabilitatea terenului pentru folosinţele agricole..... 33
4.3 Amplasarea categoriilor de folosinţă..... 43

V. Amplasarea centrelor de producţie..... 44
5.1 Definiţia şi clasificarea centrelor de producţie..... 45
5.2 Cerinţele amplasării centrelor de producţie..... 46
5.3 Particularităţiile amplasării unor centre de producţie agricolă..... 47

VI. Organizarea terenului arabil..... 49
6.1 Tipurile şi numărul asolamentelor dintr-o unitate agricolă..... 50
6.2 Organizarea terenului asolamentelor..... 53
6.2.1. Forma şi dimensiunile solei (parcelei)..... 54
6.2.2. Amplasarea solelor faţă de proprietăţile solului..... 55
6.2.3. Amplasarea solelor faţă de relief..... 56
6.2.4. Amplasarea solelor faţă de sat, centrele de producţie şi forma perimetrului suprafeţei arabile..... 58
6.2.5. Echivalenţa ariilor solelor..... 59
6.3 Stabilirea şi amplasarea drumurilor agricole..... 60
6.4 Particularităţile organizării terenului arabil în cadrul amenajărilor hidroameliorative..... 62

VII. Organizarea terenului plantaţiilor viticole..... 64
7.1 Organizarea terenului cu panta mai mare de 5%, destinat plantaţiilor viticole.... 65
7.1.1 Stabilirea unităţilor teritoriale de lucru..... 65
7.1.2 Amplasarea unităţilor teritoriale de lucru..... 68
7.1.3 Stabilirea şi amplasarea reţelei de circulaţie în plantaţia viticolă..... 69
7.2 Organizarea terenului cu panta mai mică de 5%, destinat plantaţiilor viticole.... 72
7.2.1 Stabilirea unităţilor teritoriale de lucru..... 72

BCU

VIII. Organizarea terenului pentru plantaţiile pomicole 74
8.1 Organizarea terenului cu panta mai mare de 5%, destinat plantaţiilor pomicole 74
8.1.1 Cerinţele generale ale proiectării tarlalelor în livezi 74
8.1.2 Stabilirea parcelelor şi tarlalelor pentru plantaţiile de măr şi păr 75
8.1.3 Stabilirea parcelelor şi tarlalelor în plantaţiile de prun 77
8.1.4 Stabilirea şi amplasarea reţelei de circulaţie 78
8.2 Organizarea terenului plan-orizontal, destinat plantaţiilor pomicole 78

IX. Organizarea terenului păşunilor 80
9.1 Unităţile teritoriale de exploatare a pajiştilor 81
9.2 Amplasarea drumurilor şi hăţaşurilor necesare ciclului pastoral 85

X. Amplasarea şi dimensionarea drumurilor agricole 86
10.1 Cerinţele proiectării drumurilor agricole 86
10.2 Clasificarea drumurilor agricole 87
10.3 Lucrări anexe la reţeaua drumurilor agricole 88

XI. Amenajarea teritoriului agricol cu lucrări de îmbunătăţiri funciare 89
11.1 Importanţa şi necesitatea amenajării cu lucrări de îmbunătăţiri funciare a teritoriului agricol al României 89
11.2 Particularităţile lucrărilor de îmbunătăţiri funciare în raport cu lucrările agricole obişnuite 90
11.3 Scurt istoric al lucrărilor de îmbunătăţiri funciare 91
11.4 Evoluţia şi situaţia actuală a amenajării terenului agricol al României cu lucrări de îmbunătăţiri funciare 92

XII. Noţiuni de hidraulică 95
12.1 Definiţii. Proprietăţi ale lichidelor 95
12.2 Noţiuni de hidrostatică 97
12.2.1 Legea fundamentală a hidrostaticii 98
12.2.2 Presiunea lichidelor pe suprafeţe plane 101
12.3 Noţiuni de hidrodinamică 104
12.3.1 Clasificarea mişcării lichidelor 105
12.3.2 Ecuaţiile fundamentale ale hidrodinamicii 107
12.4 Aplicaţii ale hidraulicii în lucrările de îmbunătăţiri funciare 109
12.4.1 Determinarea debitelor pe canale şi cursuri naturale de apă 109
12.4.2 Determinarea debitului în conductele sub presiune (forţate) 121
12.4.3 Dimensionarea canalelor şi a conductelor sub presiune 122

XIII. Noţiuni de hidrologie 138
13.1 Noţiuni de hidrologie. Definiţii 138
13.2 Circuitul apei în natură 138
13.2.1 Precipitaţiile atmosferice 141
13.2.2 Infiltraţia 143
13.2.3 Evapotranspiraţia 145
13.2.4 Scurgerea 147
13.2.5 Elemente de hidraulica şi hidrologia râurilor 154
13.3 Noţiuni de hidrografie 157
13.4 Noţiuni de hidrogeologie 160
13.4.1 Distribuţia pe verticală a apei subterane 161

13.4.2 Regimul apei freatice 162
13.4.3 Circulația apei subterane 164
13.5 Noțiuni de hidrometrie 165
13.5.1 Hidrometria râurilor (canalelor) 165
13.5.2 Hidrometria apei subterane 167

XIV. Amenajarea terenurilor agricole cu umiditatea deficitară 170
14.1 Sistemul de irigații 171
14.1.1 Componentele sistemului de irigații 171
14.1.2 Clasificarea sistemelor de irigații 173
14.1.3 Studii și cercetări necesare amenajărilor pentru irigații 174
14.2 Surse de apă și calitatea apei de irigații 176
14.2.1 Surse de apă pentru irigații 176
14.2.2 Calitatea apei pentru irigații 177
14.3 Prize de apă pentru irigații 187
14.3.1 Prizele de apă gravitaționale 189
14.3.2 Prizele cu ridicare mecanică (prizele cu pompare) a apei 191
14.4 Metode de udare 202
14.4.1 Udarea prin scurgere la suprafață 202
14.4.2 Udarea prin submersiune 203
14.4.3 Udarea prin aspersiune 204
14.4.4 Udarea localizată 204
14.4.5 Criterii pentru alegerea metodei de udare 205
14.5 Tipul de amenajare cu canale de pământ 207
14.5.1 Caracteristicile generale ale rețelei permanente de canale 207
14.5.2 Trasarea și dimensionarea rețelei de canale 209
14.5.3 Calculul cotelor de comandă ale canalelor de irigații din pământ 211
14.5.4 Construcții hidrotehnice pe rețeaua de canale 213
14.5.5 Amenajarea sectorului de irigații pentru udarea prin scurgere la suprafață 218
14.5.6 Particularitățile tipului de amenajare cu canale de pământ pentru udarea prin aspersiune cu agregate de pompare mobile 222
14.5.7 Particularitățile tipului de amenajare cu canale de pământ pentru udarea prin submersiune 223
14.5.8 Rețeaua de colectare-evacuare și de drumuri în sistemele de irigații 225
14.6 Tipul de amenajare cu conducte îngropate 226
14.6.1 Scheme de principiu ale amenajărilor cu conducte îngropate 228
14.6.2 Scheme de amenajare cu conducte îngropate, în funcție de poziția sursei de apă și orografia terenului 229
14.6.3 Tipuri de scheme de amenajare cu conducte îngropate pentru irigații 231
14.6.4 Conducte folosite în amenajările pentru irigații 236
14.6.5 Instalații și accesorii pe rețeaua de conducte îngropate 239
14.6.6 Dimensionarea hidraulică a sistemului de irigații cu conducte îngropate sub presiune 241
14.6.7 Executarea rețelei de conducte îngropate 252
14.7 Automatizarea sistemelor de irigații 256
14.7.1 Aspecte ale automatizării stațiilor de pompare 256

BCU CLUJ / UNIVERSITY LIBRARY

14.7.2 Aspecte ale automatizării funcționării rețelei de canale..... 260
14.7.3 Schema generală de automatizare a udărilor..... 266
14.8 Nivelarea terenului pentru irigații..... 267
14.8.1 Nivelarea capitală în plan orizontal..... 268
14.8.2 Nivelarea capitală în pantă..... 278
14.8.3 Nivelarea de exploatare..... 287
14.9 Exploatarea hidrotehnică și întreținerea sistemelor de irigații..... 287
14.9.1 Planificarea și distribuția apei în sistemele de irigații..... 288
14.9.2 Prevenirea și combaterea pierderilor de apă în sistemele de irigații..... 291
14.9.3 Întreținerea sistemelor de irigație..... 297

XV. Amenajarea terenurilor agricole cu exces de umiditate..... 301
15.1 Excesul de umiditate pe terenurile agricole..... 301
15.1.1 Sursele și factorii excesului de umiditate..... 303
15.1.2 Excesul de umiditate pe terenurile agricole din România..... 305
15.1.3 Consecințele excesului de umiditate pe terenurile agricole..... 307
15.1.4 Durata excesului de umiditate admisibilă..... 309
15.1.5 Metode pentru eliminarea excesului de apă de pe terenurile agricole..... 310
15.2 Sistemul de desecare - drenaj..... 311
15.2.1 Elementele componente ale sistemului de desecare - drenaj..... 311
15.2.2 Debitul de evacuat de pe suprafața desecată..... 313
15.2.3 Tipuri de amenajare pentru desecare..... 317
15.3 Rețeaua de desecare cu canale..... 319
15.3.1 Trasarea rețelei de canale..... 319
15.3.2 Dimensionarea rețelei de desecare..... 322
15.3.3 Construcții hidrotehnice pe rețeaua de desecare..... 323
15.3.4 Executarea rețelei de desecare..... 325
15.4 Drenajul subteran..... 326
15.4.1 Tipuri de drenaj și drenuri..... 326
15.4.2 Materiale folosite la construcția drenajului..... 327
15.4.3 Drenajul orizontal..... 335
15.4.4 Drenajul cârtiță..... 357
15.4.5 Drenajul vertical..... 360
15.4.6 Drenajul radial..... 362
15.4.7 Drenajul punctiform..... 363
15.4.8 Drenajul subteran pe terenurile irigate..... 363
15.5 Evacuarea apei din rețeaua de desecare - drenaj..... 366
15.5.1 Scheme hidrotehnice pentru evacuarea apei..... 367
15.6 Lucrări pentru accelerarea eliminării excesului de apă
de pe terenurile agricole..... 370
15.6.1 Netezirea (nivelarea) terenului pentru scurgerea apei la suprafață..... 370
15.6.2 Modelarea suprafeței terenului..... 371
15.6.3 Afânarea adâncă..... 375
15.7 Exploatarea și întreținerea lucrărilor de desecare - drenaj..... 376
15.7.1 Exploatarea sistemelor de desecare - drenaj..... 376
15.7.2 Întreținerea rețelei canalelor de desecare..... 378
15.7.2 Întreținerea rețelei de drenaj subteran..... 379

BCU CLUJ

XVI. Amenajarea suprafeţelor agricole înclinate pentru prevenirea şi combaterea eroziunii solului şi alunecărilor de teren 382
16.1 Noţiuni generale despre procesul de eroziune a solului..... 382
16.1.1 Clasificarea eroziunii prin apă..... 385
16.1.2 Factorii determinanţi şi favorizanţi ai eroziunii solului..... 390
16.1.3 Mecanismul procesului de eroziune prin apă..... 400
16.1.4 Consecinţele procesului de eroziune..... 404
16.1.5 Clasificarea măsurilor şi lucrărilor antierozionale..... 407
16.1.6 Realizări ale S.C.C.C.E.S. Perieni în prevenirea şi combaterea eroziunii solului..... 408
16.2 Prevenirea şi combaterea eroziunii solului pe terenurile arabile..... 409
16.2.1 Lucrări antierozionale simple (agrofitotehnice)..... 411
16.2.2 Amenajarea antierozională a terenului arabil prin lucrări speciale..... 419
16.3 Prevenirea şi combaterea eroziunii solului în plantaţiile de viţă de vie şi pomi 427
16.3.1 Lucrări antierozionale simple (agrofitotehnice) în plantaţiile viti-pomicole..... 428
16.3.2 Amenajarea antierozională a terenului din plantaţiile viti-pomicole prin lucrări speciale..... 429
16.4 Prevenirea şi combaterea eroziunii solului pe păşuni..... 443
16.4.1 Măsuri şi lucrări simple (agroameliorative) pentru refacerea covorului ierbos..... 443
16.4.2 Lucrări speciale pentru interceptarea şi reţinerea scurgerii de suprafaţă pe păşuni..... 445
16.4.3 Lucrări silvice pe păşuni..... 447
16.5 Combaterea eroziunii în adâncime..... 448
16.5.1 Lucrări de stingere şi desfiinţare a ogaşelor şi ravenelor mici şi de reintegrare în circuitul productiv a terenurilor afectate de eroziunea în adâncime..... 449
16.5.2 Lucrări de amenajare a vârfurilor ravenelor..... 452
16.5.3 Lucrări de amenajare pe reţeaua de scurgere..... 455
16.5.4 Lucrări pentru evacuarea apei în zona de depunere..... 468
16.5.5 Consideraţii privind perioada de execuţie a lucrărilor de combatere a eroziunii în adâncime..... 469
16.6 Întreţinerea lucrărilor de combatere a eroziunii solului..... 470
16.6.1 Clasificarea şi descrierea lucrărilor de întreţinere a amenajărilor antierozionale..... 471
16.7 Prevenirea şi combaterea eroziunii eoliene..... 477
16.7.1 Noţiuni generale despre eroziunea eoliană..... 477
16.7.2 Prevenirea şi combaterea eroziunii eoliene..... 479
16.8 Alunecările de teren..... 481
16.8.1 Răspândirea alunecărilor de teren în România..... 482
16.8.2 Cauzele alunecărilor de teren..... 483
16.8.3 Elementele componente ale unei alunecări..... 489
16.8.4 Clasificarea alunecărilor de teren..... 490
16.8.5 Prevenirea şi combaterea alunecărilor de teren pe suprafeţele agricole.. 491
16.8.6 Valorificarea terenurilor agricole degradate prin alunecări..... 493
Bibliografie..... 495

B.C.U. „M. EMINESCU" IAŞI

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

I. OBIECTUL ŞI IMPORTANŢA ORGANIZĂRII ŞI AMENAJĂRII TERITORIULUI

1.1 Conceptul de fond funciar şi fond funciar agricol
1.2 Noţiuni generale privind organizarea şi amenajarea teritoriului
1.3 Organizarea şi amenajarea teritoriului - disciplină de sinteză între ştiinţele tehnice şi cele economico-sociale
1.4 Caracteristicile şi obiectivele organizării şi amenajării teritoriului
1.5 Clasificarea lucrărilor de organizare şi amenajare a teritoriului

1.1 Conceptul de fond funciar şi fond funciar agricol

Fondul funciar sau fondul de terenuri reprezintă totalitatea suprafeţelor terestre (inclusiv a celor acoperite permanent de apă) aflate în limitele unei unităţi administrativ - teritoriale (stat, judeţ, oraş, comună etc). Noţiunea de fond funciar (land resources, ressources foncière, Bodenfonds, земельныи фонд etc) este sinonimă cu suprafaţa totală a unităţii administrativ - teritoriale la care se referă.

Fondul funciar are în componenţă mai multe grupe de terenuri, în funcţie de destinaţia acestora. Se disting: terenuri cu destinaţie agricolă, terenuri cu destinaţie forestieră, terenuri aflate permanent sub apă şi alte terenuri (pentru localităţi şi cu destinaţii speciale).

Terenurile cu destinaţie agricolă cuprind suprafeţele arabile (inclusiv serele, solariile, răsadniţele), viile, livezile (inclusiv pepinierele viticole şi pomicole), păşunile şi fâneţele. În grupa terenurilor cu destinaţie agricolă mai fac parte: terenurile cu vegetaţie forestieră - altele decât cele incluse în amenajările silvice - servind pentru protecţia terenurilor agricole, terenurile cu pajişti împădurite, cele ocupate cu construcţii şi instalaţii agrozootehnice şi cele de îmbunătăţiri funciare, platformele şi spaţiile de depozitare care servesc producţiei agricole, drumurile de exploatare agricolă, terenurile inundate temporar precum şi orice alte terenuri care, neavând o întrebuinţare, pot fi valorificate pentru producţia agricolă.

Terenurile cu destinaţie forestieră alcătuiesc fondul forestier şi însumează terenurile ocupate cu păduri, terenurile care servesc nevoilor de cultivare, producţie ori administrare forestieră, precum şi alte terenuri menite împăduririi, determinate prin amenajamentele silvice.

Unele terenuri acoperite cu vegetaţie forestieră, nu sunt supuse regimului silvic, ci numai unor reguli tehnice silvice şi de pază. Acestea sunt:

✓ perdelele forestiere antierozionale şi cele de protecţie a terenurilor alunecate sau de pe nisipurile mobile;

✓ zonele cu arbori afectate protecţiei păşunilor - delimitate ca atare - precum şi vegetaţia forestieră de pe păşuni şi fâneţe;

✓ zonele cu arbori pentru protecţia lucrărilor hidrotehnice;

✓ plantaţiile forestiere de pe terenurile degradate, situate în afara perimetrelor pădurilor;

✓ aliniamentele de arbori de-a lungul drumurilor, cursurilor de apă şi canalelor;

✓ plantaţiile şi vegetaţia forestieră naturală pentru protecţia centrelor populate sau a diverselor obiective social-culturale, industriale sau militare;

✓ plantaţiile sau vegetaţia forestieră situate de-a lungul cursurilor de apă, în albiile minoră sau majoră ale acestora.

Vegetaţia lemnoasă din curţi, parcuri sau grădini, nu este considerată vegetaţie forestieră.

Terenurile situate permanent sub ape includ albiile minore ale cursurilor de apă, oglinzile lacurilor şi bălţile naturale, cuvele lacurilor de acumulare la nivelul maxim de retenţie şi fundul apelor maritime interioare şi ale mării teritoriale.

Alte suprafeţe din cadrul fondului funciar cuprind ***terenurile destinate localităţilor*** şi ***terenurile cu destinaţii speciale*** (pentru transporturi - rutier, feroviar, pe apă, aerian - pentru producerea şi transportul energiei electrice, destinate rezervaţiilor şi monumentelor naturii, staţiunilor balneoclimaterice, monumentelor de cultură etc).

Fondul funciar al României avea la 31. XII. 1998 structura prezentată în tabelul 1.1.

Aceste date evidenţiază cea mai mare suprafaţă pentru terenurile destinate producţiei vegetale (cultivate şi naturale) care reprezintă 90,1% din fondul funciar al României. Terenurile agricole şi silvice au în unele judeţe ponderea mult mai mare decât media pe ţară (Caraş-Severin 96%, Harghita 96%, Covasna 95%, Hunedoara 94%, Maramureş 94%, Suceava 94%) iar în altele, acest procent este semnificativ inferior (Tulcea 50% şi judeţul Ilfov - inclusiv municipiul Bucureşti - 77%).

În structura fondului funciar naţional, agricultura are cea mai mare pondere (≈ 62%), urmată de silvicultură (≈ 28%). Suprafaţa terenurilor agricole reprezintă procente superioare mediei pe ţară în judeţele: Teleorman (≈ 87%), Călăraşi (≈ 86%), Ialomiţa (≈ 85%) şi valori mai mici în judeţele Tulcea (≈ 40%), Suceava (≈ 41%) şi Vâlcea(≈ 44%).

Pădurile şi alte terenuri cu vegetaţie forestieră depăşesc media naţională în judeţele: Suceava (≈ 53%), Vâlcea (≈ 49%), Caraş-Severin (≈ 49%) etc şi reprezintă procente neînsemnate în judeţele: Constanţa (≈ 4%), Brăila, Călăraşi, Teleorman (câte aproximativ 5%).

Tabelul 1.1

Fondul funciar al României la 31.XII.1998
(după *Anuarul Statistic al României*)

Categoria de teren	Suprafața			
	mii hectare	% din agricol	% din neagricol	% din total
Total din care:	23.839,1	-	-	100,0
Agricol din care:	14.794,0	100,0	-	62,1
- arabil	9.341,4	63,2	-	39,2
- pășuni	3.409,8	23,0	-	14,3
-fânețe	1.490,8	10,1	-	6,3
- vii + pepiniere viticole	286,3	1,9	-	1,2
- livezi + pepiniere pomicole	265,7	1,8	-	1,1
Neagricol din care:	9.045,1	-	100,0	37,9
- păduri și alte terenuri cu vegetație forestieră	6.688,5	-	73,9	28,0
- terenuri aflate permanent sub apă (ape, bălți)	903,9	-	10,0	3,8
- alte terenuri	1.452,7	-	16,1	6,1

Din datele prezentate în tabelul 1 mai rezultă că în structura terenurilor agricole, suprafața arabilă este dominantă (≈ 63%), după care urmează pajiștile naturale (≈ 33%), și plantațiile viti-pomicole cu câte puțin sub 2% fiecare.

Terenurile arabile au cea mai mare pondere în județele: Călărași (≈ 97%), Ialomița (≈ 95%), Teleorman (≈ 94%) și Giurgiu (≈ 94%) și sunt mult sub media pe țară în județele: Harghita (≈ 27%), Hunedoara (≈ 27%) și Maramureș (≈ 31%).

Pajiștile naturale predomină în județele: Harghita (≈ 73%), Hunedoara (≈ 71%), Maramureș (≈ 66%) și sunt neînsemnate în județele: Brăila (≈ 1%), Ilfov, inclusiv municipiul București, Ialomița, Teleorman și Giurgiu, cu câte aproximativ 3%.

Vița de vie are cele mai mari procente în județele: Vrancea (≈ 12%), Galați (≈ 7%) și Vaslui (≈ 5%), procente nesemnificative în județele: Harghita, Brașov, Cluj, Hunedoara și Maramureș iar județele Covasna și Suceava sunt lipsite de plantații viticole.

Livezile au ponderea cea mai ridicată în județele: Vâlcea și Argeș (câte aproximativ 11%), Prahova (≈ 7%), Bistrița-Năsăud (≈ 6%), iar în județele: Brăila, Călărași, Harghita, Ialomița ș. a., procentul suprafețelor ocupate de plantațiile pomicole este subunitar.

BCU CLUJ "LUCIAN BLAGA" UNIVERSITY LIBRARY

Dinamica structurii terenurilor agricole în ultimele 6 decenii (tab. 1.2) impune câteva considerații.

Tabelul 1.2

Dinamica structurii terenurilor agricole în perioada 1938 - 1998
(după *Studiul fondului funciar al R. S. România - 1983* și *Anuarul Statistic al României - 1998*)

Anul	Suprafața	Categoria de teren agricol				
		Arabil	**Pajiști naturale**	**Plantații viticole**	**Plantații pomicole**	Total agricol
1938	mii ha	10.098,8	4.416,9	249,2	247,0	15.005,9
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1950	mii ha	9.377,9	4.534,6	227,3	184,2	14.324,0
	%	92,9	102,7	91,2	74,6	95,5
1960	mii ha	9.822,4	4.200,6	311,0	212,6	14.546,6
	%	97,3	95,1	124,8	86,1	96,9
1970	mii ha	9.736,7	4.418,4	346,8	428,4	14.930,3
	%	96,5	100,0	139,2	173,4	99,5
1980	mii ha	9.833,5	4.467,3	306,0	356,6	14.963,4
	%	97,4	101,1	122,8	144,4	99,7
1990	mii ha	9.458,0	4705,2	277,5	318,0	14.759,0
	%	93,7	106,5	111,4	128,7	98,4
1998	mii ha	9.341,4	4.900,6	286,3	265,7	14.194,0
	%	92,6	111,0	114,9	107,6	98,6

În timpul și perioada imediat următoare celui de-al doilea război mondial suprafața agricolă a scăzut cu aproape 700 mii hectare, după care, în deceniile 6, 7, și 8 a crescut sistematic datorită, mai ales, lucrărilor de îndiguiri și desecare-drenaj precum și prin înregistrarea pe bază de măsurători cadastrale a unor suprafețe nedeclarate în evidențele statistice. În ultimele două decenii s-a produs o ușoară diminuare a suprafeței agricole ca urmare a extinderii terenurilor ocupate cu diverse construcții, astfel că la finele anului 1998, fondul funciar agricol al României reprezenta 98,6% din cel corespunzător anului 1938.

Variația terenului arabil a fost similară celei aferente terenului agricol, dar s-a produs în limite mai largi; a fost în 1950 cu 7,1% mai mică decât în 1938, a crescut până în jurul valorii de 97% în următoarele trei decenii după care, s-a redus accentuat, ajungând să reprezinte în 1998, doar 92,6% din suprafața anului 1938. Cauzele principale ale diminuării - în special după Decembrie 1989 - a suprafețelor cu teren arabil au fost extinderea necontrolată a intravilanelor și a construcțiilor din extravilan ca și abandonarea sau trecerea la alte folosințe agricole a terenului arabil de pe versantele cu panta mare.

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pajiştile au înregistrat după război o creştere de 2,7%, s-au diminuat în deceniul al şaselea cu circa 334 mii hectare - pe seama creşterii suprafeţelor arabile şi a celor cu plantaţii viticole şi pomicole - după care s-au extins sistematic în dauna folosinţelor agricole superioare, ajungând să reprezinte în structura fondului funciar agricol din 1998, cu 11% mai mult decât în 1938.

Viile şi livezile - după o reducere drastică în deceniul al cincilea - s-au extins treptat, inclusiv pe terenurile plan-orizontale, atingând cele mai mari suprafeţe la finele anului 1970. În deceniile al optulea şi al nouălea plantaţiile viti-pomicole s-au restrâns, cu precădere, pe terenurile înclinate iar în ultimul deceniu, multe trupuri viti-pomicole, aparţinând fostelor C.A.P.-uri, au fost abandonate. Este de remarcat faptul că suprafaţa plantaţiilor viticole a crescut în anul 1998 faţă de cea existentă la sfârşitul anului 1990 prin reînfiinţarea unor parcele cu viţă de vie pe suprafeţele agricole obţinute de proprietarii de drept în urma aplicării Legii 18/1991.

Tendinţa generală de diminuare a resursei de teren agricol şi mai ales, de arabil va continua datorită dezvoltării economico-sociale şi evoluţiei demografice.

Având în vedere că terenul este finit şi fix, iar resursele care satisfac cerinţele populaţiei sunt limitate se impune, tot mai pregnant, necesitatea folosirii raţionale a fondului funciar în general, şi a celui agricol în special, în concordanţă cu evoluţia socială şi fără a produce modificări cu repercusiuni dăunătoare în organizarea naturală a spaţiului geografic.

1.2 Noţiuni generale privind organizarea şi amenajarea teritoriului

Organizarea teritoriului reprezintă ansamblul intervenţiilor antropice de ordonare, amenajare şi echipare optime a întinderilor de teren limitate de hotare, în concordanţă cu valenţele economice, particularităţile sociale şi specificul zonal. Intervenţiile organizatorice, tehnice, economice şi juridice în anumite etape ale dezvoltării sociale urmăresc perfecţionarea modului de folosire a resurselor funciare, în esenţă a pământului.

Organizarea teritoriului nu este o activitate care se realizează numai odată sau chiar pentru lungi perioade de timp, ci are o periodicitate determinată, mai ales, de ritmul dezvoltării sociale şi economice.

Trecerea de la organizarea naturală a spaţiului, la organizarea antropică a teritoriului s-a făcut treptat, în pas cu evoluţia socială şi tehnico-ştiinţifică.

Iniţial, organizarea teritoriului s-a evidenţiat ca o modalitate de valorificare a resurselor funciare, apoi - concomitent cu dezvoltarea societăţii - s-a amplificat, diversificat şi diferenţiat, devenind din ce în ce mai clar un sistem complex de valorificare raţională a fondului funciar.

Perfecționarea organizării teritoriului, prin efortul uman pentru folosirea spațiului, se face acceptând indubitabil: intercondiționarea dintre ramurile economice existente sau cu posibilitatea de dezvoltare pe spațiul considerat, caracterele de unicitate și de insubstituire ale pământului (solului), precum și necesitatea coordonării chibzuite a modificărilor cu caracter ireversibil, integrate diferitelor ecosisteme. Pe de altă parte, organizarea teritoriului trebuie să aibă în vedere că evoluția tehnică, economică și socială a lumii moderne se evidențiază (produce) pe un spațiu care devine tot mai limitat, cu resursele naturale tot mai reduse și într-o mică măsură substituibile.

Astăzi se admite că organizarea teritoriului - ca activitate complexă de sinteză pentru edificarea unui mediu favorabil existenței individului și societății - se impune în toate situațiile, indiferent de sistemul social sau forma de guvernământ, deoarece - permanent și oriunde - se pot identifica forme perfectibile de folosire a resurselor.

Tinzând spre maximizarea satisfacerii cerințelor economice și sociale - fără a pune în pericol echilibrul ecologic - proiectarea organizării teritoriului trebuie să asigure, atât eliminarea cauzelor care au provocat efecte negative în trecut, cât și evitarea producerii altora în viitor.

De-a lungul preocupărilor de armonizare a elementelor teritoriale cu cerințele social-economice - fără dezechilibrarea ecosistemelor umane - s-au folosit termeni specifici între care, unii au în vocabularul limbii române înțelesuri similare. Termenii *organizare*, *amenajare*, *sistematizare*, utilizați frecvent în organizarea teritoriului, exprimă de fapt, activități apropiate, de punere în concordanță a elementelor caracteristice unui teritoriu cu cerințele social-economice pe o anumită treaptă de dezvoltare, prin intervenții în diferitele structuri teritoriale (țară, județ, oraș etc).

Deoarece prin proiectarea și executarea lucrărilor de organizarea teritoriului se realizează și construcții specifice (canale, stații de pompare, debușee, diguri, baraje, terase, drumuri ș. a., sau defrișări, destufizări, desfundări, plantații etc) care să asigure pe teren condițiile de folosire și valorificare superioară a fondului funciar, activitatea poartă numele de *organizarea și amenajarea teritoriului* (arabil, a plantațiilor de vii și pomi, a pășunilor, pădurilor etc)

Cu toate acestea, expresia cu cea mai mare generalizare rămâne *organizarea teritoriului*, iar *amenajarea* exprimă adesea echiparea terenului cu diverse lucrări menite să asigure folosirea eficientă și durabilă a fondului funciar.

Este de observat că în limba engleză se deosebesc termenii *physical planning* (planificare fizică) și *teritorial planning* (planificare teritorială), iar în limba germană: *Raumordnung* (organizarea teritoriului) și *Landesplanung* (amenajarea teritoriului).

BCU "LUCIAN BLAGA" CLUJ-NAPOCA

Teritoriul şi *terenul* sunt părţi componente ale noţiunii de organizare şi/sau amenajare.

Teritoriul reprezintă totalitatea suprafeţelor (de terenuri) - indiferent de destinaţia lor tehnico-economică - aflate în perimetrul unei unităţi administrativ-teritoriale (stat, provincie, judeţ, oraş, comună, sat, unitate agricolă, unitate publică etc) sau al unei zone natural-economico-geografice (bazin hidrografic, zonă urbană, zonă agricolă, zonă silvică). Teritoriul este noţiune mai amplă, mai cuprinzătoare decât terenul sau solul. În strânsă dependenţă de condiţiile bioclimatice, de relief, edafice, de substrat litologic, ape de suprafaţă şi subterane, teritoriul exprimă o gamă largă de terenuri şi folosinţe. De fapt, teritoriul exprimă fondul funciar unic.

Terenul cuprinde suprafaţa a cărei delimitare este exprimată prin destinaţia şi particularităţile ei dominante. Această entitate este exprimată prin calităţile - existente sau anticipate - naturale (climatice, de relief, ale solului şi substratului litologic, hidrologice şi hidrogeologice, ale florei şi faunei) precum şi prin cele create prin activitate antropică (lucrări de îmbunătăţiri funciare, defrişări, plantări etc).

Diverşi autori, citaţi de *Bold I.* şi *Crăcium A.* (1999), definesc noţiunea de organizare a teritoriului aproape identic: "Complexul măsurilor pentru punerea în valoare a resurselor, dezvoltarea integrală social-economică şi protecţia mediului înconjurător".

Astfel, *Hopfer A.* afirmă că organizarea teritoriului este factorul de bază în valorificarea resurselor în mod complex şi într-o concepţie unitară, pentru dezvoltarea echilibrată a economiei în profil teritorial, pe diferite eşantioane teritorial-administrative.

Robert P. consideră că organizarea teritoriului cuprinde, de fapt, acţiunile menite să satisfacă cerinţele globale ale societăţii, interesată în plasarea echipamentelor necesare în valorificarea resurselor.

Weitz R. defineşte organizarea teritoriului ca rezultantă a corelaţiei şi interdependenţei dintre om şi natură, în utilizarea şi gospodărirea resurselor, amplasarea investiţiilor şi dezvoltarea aşezărilor umane.

Würzer R. apreciază organizarea teritoriului ca un instrument exercitat la diverse niveluri pentru crearea unor unităţi teritoriale funcţionale pe diverse eşaloane teritoriale.

Guichard O. arată că organizarea teritoriului este o parte a activităţii economice şi sociale, existând ca efort depus de om pentru folosirea pământului.

Daxiadis C. A. crede că organizarea teritoriului reprezintă ansamblul principiilor de proiectare şi organizare conştientă a spaţiului şi de locuire umană, în condiţii istorico-sociale, pe diferite zone, în baza cunoaşterii mai complete a interacţiunilor dintre mediul natural şi cel socio-cultural.

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1.3 Organizarea şi amenajarea teritoriului - disciplină de sinteză între ştiinţele tehnice şi cele economico-sociale

Complexitatea problematicii specifice situează ştiinţa organizării teritoriului în categoria disciplinelor de contact între ştiinţele tehnice şi economico-sociale, ca o disciplină de sinteză.

Diferitele discipline ştiinţifice cu care se interferează organizarea teritoriului au ca obiect comun de studiu *teritoriul* şi respectiv, condiţiile social-economice şi ecologice.

Desigur, disciplinele interdependente cu organizarea teritoriului îşi păstrează autonomia dar, concomitent, se integrează în sistemul global propriu organizării teritoriului de cunoaştere, cercetare şi proiectare.

Însăşi complexitatea teritoriului pe diferitele sale structuri, impune analiza şi rezolvarea interdisciplinară şi pluridisciplinară a problematicii organizării teritoriului. Întotdeauna, obiectivele organizării teritoriului trebuie satisfăcute în interconexiunea elementelor componente care se comportă ca părţi ale întregului, în raport cu sistemul unitar de organizare a teritoriului şi ca sistem în raport cu propria lor structură. *Ion Ionescu de la Brad* considera organizarea teritoriului *"un sistem de structură şi funcţii proprii, în care dominant este postulatul interdependenţei părţilor şi prioritatea întregului"*.

În sistemul organizării teritoriului, ansamblul de funcţiuni care se intercondiţionează dovedeşte că indiferent de treapta de abordare, o schimbare intervenită la o componentă, produce modificări în celelalte elemente constituente iar acestea, la rândul lor, cauzează transformări în părţile în care au apărut schimbările iniţiale.

Prin urmare, în economia fiecărui teritoriu (fermă, unitate, localitate, zonă, judeţ etc), multidisciplinaritatea, unitatea şi conexiunea ştiinţifică, tehnico-economică şi umano-ecologică precum şi modelarea ştiinţifică a realităţii sistemice sunt axiomatice.

Organizarea teritoriului, fără a fi rezultatul însumării noţiunilor unor ştiinţe separate şi apelând la disciplinele clasice şi moderne cu care se interferează îşi elaborează propriul său concept şi metoda adecvată de sinteză.

În mulţimea disciplinelor cu care organizarea teritoriului are legături directe se regăsesc: economia politică, sociologia, politologia, demografia, statistica, arhitectura, urbanismul, construcţiile, managementul, geomorfologia, hidrologia, climatologia, ecologia, geografia, dreptul, cadastrul, topografia, pedologia, bonitarea terenurilor, îmbunătăţirile funciare, gospodărirea apelor, fitotehnia, agrotehnica, silvicultura, matematica, informatica ş. a.

Ştiinţele socio-economice şi *politologia* constituie pentru organizarea teritoriului baza deciziilor economice, a concluziilor referitoare la dezvoltarea în profil teritorial şi, în mod deosebit, privind repartiţia forţelor de producţie.

Această categorie de discipline catalizează în organizarea teritoriului stabilirea modalităților de minimizare a eforturilor (cheltuielilor) şi de maximizare a avuției individuale şi sociale în cadrul unor strategii coerente de dezvoltare durabilă.

Demografia permite în cadrul organizării teritoriului, cunoaşterea structurii şi evoluției populației de pe teritoriul considerat pentru a putea estima proporția existenței umane față de forța de muncă, față de resurse şi dezvoltarea socio-culturală.

Statistica - prin metodele specifice de proiectare, cercetare, observare a fenomenelor sociale de masă, de culegere, selectare şi prelucrare a datelor pentru diferiți indicatori - este un auxiliar prețios în metodica organizării teritoriului privind analiza diferitelor categorii (populație, industrie, agricultură, comerț, protecția mediului ş. a.).

Arhitectura şi *urbanismul* se integrează în sfera preocupărilor organizării teritoriului ca artă şi ştiință ale proiectării, ordonării şi planificării lucrărilor de construcții sau de restructurare a aşezărilor umane după anumite reguli.

Managementul contribuie în organizarea teritoriului la repartiția ramurilor economice în funcție de resurse (naturale şi umane), prin realizarea echipărilor şi dotărilor necesare şi prin valorificarea optimă a resurselor.

Ecologia are un rol determinant în organizarea teritoriului întrucât, în condițiile actuale şi de perspectivă, nu se mai poate vorbi nici măcar teoretic de creştere economică fără asigurarea echilibrului ecologic. Creşterea economică modernă presupune trecerea de la conceptul de creştere cantitativă la cel de dezvoltare (îmbunătățire calitativă) sustenabilă, durabilă, ecologică.

Geomorfologia participă, prin noțiunile sale, la amplasarea elementelor teritoriale ale organizării teritoriului, în special, la organizarea teritoriului agricol (ferme, tarlale, sole, parcele etc) şi respectiv la folosirea terenurilor precum şi la amplasarea lucrărilor de conservare a solului şi a celor de hidroameliorații, la amplasarea centrelor de producție şi a aşezărilor publice, a echipării tehnice a teritoriului etc.

Geologia, în interdependență cu caracteristicile reliefului elementelor teritoriale ale organizării teritoriului, ajută la determinarea resurselor potențiale şi la repartiția spațială a acestora.

Hidrologia şi *hidrogeologia* permit, în cadrul organizării teritoriului, estimarea pentru perspectivă a necesarului de apă, alegerea surselor posibile de alimentare şi folosire a apei, precum şi condițiile de epurare şi evacuare a apelor uzate.

Climatologia oferă organizării teritoriului datele necesare zonării producției agricole, de stabilire a categoriilor de folosință, a amplasamentelor diferitelor lucrări etc.

Geografia economică are o participare activă la remodelarea, restructurarea şi optimizarea spațiului geografic în folosul colectivităților umane, având în vedere că spațiul geografic este profund umanizat.

Dreptul şi mai ales *dreptul administrativ* şi *dreptul funciar* se implică nemijlocit în organizarea teritoriului. Proiectarea şi aplicarea organizării teritoriului depind de normele juridice care reglementează raporturile de proprietate, relaţiile funciare privind folosinţa pământului, interdependenţa dintre întreprinderi, organisme sociale ş. a.

Cadastrul constituie prin produsele sale (planuri, hărţi, registre etc) un auxiliar indispensabil organizării teritoriului, asigurând cunoaşterea cantitativă şi calitativă - sistematică şi permanentă - a fondului funciar.

Topografia, Fotogrammetria şi *Geodezia* pun la dispoziţia proiectării şi organizării teritoriului baza cartografică necesară.

Pedologia contribuie la organizarea teritoriului cu datele necesare caracterizării solurilor din cuprinsul perimetrelor aferente proiectării.

Bonitarea terenurilor furnizează organizării teritoriului datele cu privire la pretabilitatea terenurilor pentru diferite folosinţe, la favorabilitatea solurilor pentru diferite culturi, evaluarea terenurilor scoase definitiv sau temporar din circuitul productiv şi la stabilirea măsurilor agropedoameliorative.

Îmbunătăţirile funciare şi *Gospodărirea apelor* sunt în legătură indisolubilă cu organizarea teritoriului întrucât asigură punerea în valoare a capacităţii de producţie a terenurilor şi apei, înlăturarea factorilor de risc (secetă, exces de umiditate, eroziune, sărăturare etc), ridicarea fertilităţii pământurilor slab productive, reintegrarea în circuitul producţiei agricole a unor suprafeţe neproductive, prevenirea şi diminuarea efectelor negative ale unor factori naturali care afectează productivitatea şi integritatea terenurilor.

Fitotehnia, Agrotehnica şi *Silvicultura* prin sistemele agrosilvice pe care le promovează, se impun ca auxiliare preţioase organizării teritoriului.

Organizarea şi amenajarea teritoriului constituie cadrul unic de folosire completă şi protecţie (inclusiv ameliorarea capacităţii de producţie) a fondului funciar, iar faptul că acesta (patrimoniul funciar) este limitat ca întindere şi că în vederea satisfacerii cerinţelor, nu poate fi înlocuit cu nici un alt mijloc de producţie, determină necesitatea obiectivă de folosire raţională (chibzuită, intensivă) a fiecărei suprafeţe de teren.

1.4 Caracteristicile şi obiectivele organizării şi amenajării teritoriului

Organizarea şi amenajarea teritoriului reprezintă activităţi de interes general, cu caracter perpetuu, care se bazează pe principiul dezvoltării durabile, în conformitate cu care, deciziile generaţiei actuale trebuie să asigure progresul fără a compromite dreptul generaţiei viitoare la existenţă şi dezvoltare.

În acest context, organizarea teritoriului se caracterizează prin următoarele trăsături:

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

✓ este un sistem complex şi unitar care exprimă sinteza de concepţie şi de acţiune a factorilor de decizie, de cercetare, de proiectare şi administraţie;

✓ constituie parte integrantă a strategiei de dezvoltare complexă, economico-socială şi de păstrare a calităţii mediului la toate structurile teritoriale ale fondului funciar;

✓ reprezintă unica modalitate de optimizare a folosirii resurselor dintr-un spaţiu geografic dat, în funcţie de cerinţele prezente şi viitoare ale societăţii şi ecosistemelor;

✓ asigură dezvoltarea de ansamblu actuală şi de perspectivă, în condiţiile interdependenţei diferitelor ramuri de producţie de pe teritoriul considerat şi stimulează cointeresarea pentru ameliorarea calităţii mediului;

✓ evidenţiază cadrul actual concret şi bazele dezvoltării în perspectivă;

✓ transformă calitativ un cadru natural al mediului uman, existent şi edificat într-o etapă anterioară, în vederea ajustării lui pentru exigenţele prezentului şi cerinţele sporite ale viitorului;

✓ protejează individualitatea şi continuitatea organismului teritorial iniţial, conservarea specificului local - armonizând diversitatea condiţiilor geografice, economice, sociale şi istorice - şi asigură unitatea raţională a proceselor de completare, modificare şi perfecţionare a componentelor sistemului;

✓ contribuie nemijlocit la creşterea productivităţii muncii prin perfecţionarea modului de folosire a resurselor, la diferite eşaloane teritoriale;

✓ determină controlul public asupra întregului teritoriu - considerat ca un bun general al fiecărei generaţii - care îl foloseşte, atât pentru satisfacerea intereselor sale, cât şi în conformitate cu cerinţele generaţiilor viitoare, cărora trebuie să îl transmită în stare ameliorată;

✓ este un ansamblu de activităţii care se repetă periodic şi se perfecţionează continuu, având un conţinut tot mai complex şi mai bine adaptat exigenţelor noilor condiţii socio-economice şi istorice.

Din prezentarea trăsăturilor organizării teritoriului se pot sintetiza principalele obiective ale acestei activităţi:

✓ folosirea raţională a fondului funciar aferent tuturor structurilor teritoriale, prin gestiunea responsabilă a resurselor naturale şi protecţia mediului;

✓ dezvoltarea echilibrată - economică şi socială - în condiţiile respectării specificului fiecărei zone;

✓ ameliorarea calităţii vieţii oamenilor şi colectivităţilor umane.

1.5 Clasificarea lucrărilor de organizare şi amenajare a teritoriului

Fiind o activitate extrem de complexă, organizarea (amenajarea) teritoriului poate fi clasificată din diverse puncte de vedere (după *Bold I.* şi *Crăciun A.*):

I. După **treapta de abordare** şi **scopul urmărit** se disting:

A. Planuri de amenajare a teritoriului şi urbanism;
B. Organizarea teritoriului interunităţi, cuprinzând comasări de terenuri şi rectificări de hotare;
C. Organizarea şi amenajarea teritoriului unităţilor.

A. Planurile de amenajare a teritoriului şi urbanism se referă la:

a. *teritorii* → administrative → teritoriul naţional → căi de comunicaţie (rutiere, feroviare, navale, aeriene)
→ gospodărirea raţională a resurselor de apă
→ zone protejate naturale şi construite
→ reţeaua de localităţi

→ teritorii judeţene

→ teritorii comunale

→ zone preorăşeneşti

→ zone funcţionale intra sau interjudeţene, interorăşeneşti sau intercomunale → agricole, piscicole, silvice, stuficole, de apă
→ pastorale, viticole, pomicole
→ extractive, industriale, energetice
→ turistice, balneoclimaterice, rezervaţii naturale

→ zone natural-economice → bazine hidrografice, perimetre ameliorative
→ sisteme hidroameliorative
→ acumulări, regularizări, zone de protecţie

→ locale → oraşe (municipii)
→ comune

b. *localităţi* → planuri de urbanism general (PUG) → urbane: municipii şi oraşe
→ planuri de urbanism zonal (PUZ) → rurale: centre, comune, sate
→ planuri de urbanism de detaliu (PUD)

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

→ studii de amplasament → obiective economice
→ clădiri de locuit
→ dotări social-culturale

→ detalii de amenajare şi urbanism → zone industriale
→ ansambluri de clădiri de locuit
→ dotări social-culturale

B. Organizarea teritoriului interunităţi (comasări de terenuri şi rectificări de hotare)

→ pe teritorii administrative → judeţe
→ comune

→ zone naturale şi funcţional economice → zone inter şi intrajudeţene şi comunale
→ zone îndiguite
→ perimetre ameliorative (CES)
→ sisteme hidroameliorative (irigaţii, desecări)
→ zone de influenţă a lacurilor de acumulare

→ zone de influenţă a căilor de comunicaţie → autostrăzi
→ canale navigabile magistrale

C. Organizarea teritoriului în cadrul unităţilor

a. *agricole* → unităţi economice (exploataţii) → comune
→ societăţi comerciale agricole
→ regii autonome
→ societăţi agricole
→ asociaţii agricole
→ gospodării familiale

→ folosinţe agricole → arabil → neirigat → plan-orizontal
→ în pantă
→ irigat (desecat)

→ pajişti naturale (cultivate)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

→ plantații viticole → pe teren plan-orizontal
→ pe teren în pantă
→ plantații pomicole → pe teren plan-orizontal
→ pe teren în pantă
→ centre (complexe de producție)
→ administrație și exploatare
→ producție animală (complexe, ferme)
→ producție vegetală
→ depozite, prelucrare, conservare

b. *silvice* → unități economice → inspectorate silvice
→ ocoale silvice
→ unități de producție

→ obiecte → cultură și refacere
→ corectarea torentelor
→ construcții civile, cinegetice, locuințe

II. După **ramura economică** sau **fondul funciar** se deosebesc:
- organizarea și amenajarea teritoriului agricol
- amenajamente silvice
- amenajarea teritoriului zonelor industriale
- amenajarea teritoriului căilor de comunicație
- amenajarea teritoriului bazinelor hidrografice
- amenajarea teritoriului localităților

III. După **felul documentațiilor tehnico-economice** se disting:
- planuri de amenajare a teritoriului
- planuri de urbanism (general, zonal, de detaliu)
- planuri de amenajament silvic
- studii de amplasament
- studii (planuri) de organizare a exploatațiilor și a teritoriului agricol
- studii tehnico-economice de prefezabilitate
- studii de fezabilitate
- proiecte tehnice

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Rolul şi obiectivele organizării şi amenajării teritoriului se regăsesc în legislaţia în vigoare, începând cu Constituţia României în care sunt exprimate atributele esenţiale ale organizării teritoriului: „exploatarea resurselor naturale în concordanţă cu interesul, refacerea şi ocrotirea mediului înconjurător precum şi menţinerea echilibrului ecologic, crearea condiţiilor pentru creşterea calităţii vieţii" şi continuă cu Legea fondului funciar (Legea nr. 18/1991), Legea amenajării teritoriului şi urbanismului (Legea nr. 50/1991), Legea protecţiei mediului (Legea nr. 137/1995), Legea privind cadastrul general şi publicitatea imobiliară (Legea nr. 7/1996), Codul silvic (Legea nr. 26/1996), Legea îmbunătăţirilor funciare (Legea nr. 84/1996) etc.

II. ORGANIZAREA TERITORIULUI AGRICOL

2.1 Obiectivele organizării teritoriului agricol
2.2 Cerinţele organizării teritoriului unităţilor agricole (exploataţiilor)
2.3 Componentele organizării teritoriului agricol

2.1 Obiectivele organizării teritoriului agricol

Organizarea teritoriului agricol constituie ansamblul de măsuri tehnice, economice, juridice şi sociale care urmăreşte valorificarea, ordonarea, amenajarea şi echiparea terenurilor agricole pentru desfăşurarea optimă a proceselor de producţie în agricultură. Aşadar, între terenul natural şi terenul cultivat, diferenţa constă doar în organizarea teritoriului.

În România, teritoriul agricol reprezintă ≈ 62% din potenţialul funciar al ţării. Pe această întindere de teren, organizarea teritoriului agricol trebuie să realizeze următoarele obiective:

- ✓ dezvoltarea agriculturii în profil teritorial în concordanţă cu extinderea celorlalte ramuri ale economiei;
- ✓ crearea condiţiilor de folosire integrală şi raţională a resurselor naturale, dotărilor şi echipărilor din cadrul exploataţiilor agricole;
- ✓ asigurarea cadrului propice pentru folosirea tehnicii şi tehnologiilor moderne în producţia agricolă (recomandate de cercetarea ştiinţifică agricolă);

Legea nr. 18/1991 (Legea fondului funciar) defineşte organizarea teritoriului agricol şi precizează rolul acestuia. Conform Legii fondului funciar, organizarea şi amenajarea teritoriului agricol au ca sarcină crearea condiţiilor pentru o mai bună folosire a terenurilor în scopul producţiei agricole şi se execută pe bază de studii şi proiecte, la cererea proprietarilor, rezolvându-se următoarele probleme:

BCU CLUJ / UNIVERSITY LIBRARY

✓ corelarea dezvoltării agriculturii din zonă cu celelalte activități economice și sociale, stabilind măsuri care să ducă la creșterea producției agricole și exploatarea în ansamblu a teritoriului;

✓ gruparea prin comasare a terenurilor - pe proprietari și destinații - în concordanță cu structurile de proprietate și cu formele de cultivare a pământului, rezultate în urma asocierilor, stabilirea perimetrului fiecărei proprietăți;

✓ elaborarea de studii și proiecte de organizare și amenajare a exploatațiilor agricole;

✓ stabilirea rețelei de drumuri agricole, în completarea drumurilor de interes general, integrate în organizarea de ansamblu a teritoriului.

Legea nr. 18/1991 prevede, de asemenea, întocmirea studiilor și proiectelor de organizare a teritoriului agricol de către unitățile de studii, proiectare și cercetare de specialitate - centrale sau județene - și supunerea acestor materiale discuției proprietarilor de terenuri din zona interesată. Dacă proiectele se adoptă cu majoritatea de voturi a proprietarilor care dețin 2/3 din suprafață și sunt aprobate de către organele agricole județene, aplicarea măsurilor și lucrărilor prevăzute devine obligatorie pentru toți proprietarii.

2.2 Cerințele organizării teritoriului unităților (exploatațiilor) agricole

Organizarea teritoriului unităților agricole trebuie să satisfacă unele cerințe, între care, cele mai importante sunt:

✓ valorificarea integrală a fondului funciar, prin extinderea rațională a lucrărilor de îmbunătățiri funciare și de gospodărire a apelor;

✓ atribuirea resurselor funciare, atât pentru profilarea, concentrarea și specializarea producției agricole, cât și pentru asigurarea bazei teritoriale necesare dezvoltării altor ramuri de producție;

✓ stabilirea, dimensionarea și amplasarea categoriilor de folosință astfel ca fiecare suprafață de teren să fie utilizată, asigurându-se ponderea cea mai mare categoriilor superioare de folosință și, în cadrul fiecăreia, obținerea producției maxime cu cheltuieli cât mai mici;

✓ statornicirea principiilor raționale de folosire a pământului în agricultură prin proiectarea unor unități teritoriale de lucru (masive, sole, tarlale, parcele) care să permită aplicarea unitară a măsurilor și lucrărilor agropedoameliorative, a îngrășămintelor și amendamentelor, în scopul ridicării și conservării fertilității solului și obținerii în condiții economice a unor recolte mari;

✓ folosirea resurselor naturale și umane pentru dezvoltarea integrată, în paralel cu producția vegetală, a creșterii animalelor, pomiculturii, viticulturii, legumiculturii, pisciculturii etc, ținându-se seama de strategia de dezvoltare și specificul unității (exploatației);

✓ ordonarea proceselor de muncă şi tehnologice din unitate pentru ridicarea eficienţei executării mecanizate a lucrărilor agricole, creşterea producţiei şi a profitului activităţii în agricultură;

✓ stabilirea raţională şi eşalonată a investiţiilor pentru dezvoltarea viitoare a unităţii (exploataţiei).

2.3 Componentele organizării teritoriului agricol

Prin ansamblul de măsuri şi lucrări cu caracter tehnic, economic, juridic şi organizatoric, organizarea teritoriului unei unităţi (exploataţii) agricole asigură folosirea chibzuită a pământului, crearea condiţiilor teritoriale optime pentru structurarea şi desfăşurarea proceselor de producţie, amplasarea raţională a lucrărilor de investiţii etc.

Elementele sau activităţile componente prin care organizarea teritoriului agricol îşi îndeplineşte funcţiile sale sunt:

✓ stabilirea indicatorilor de profil ai unităţii;

✓ determinarea, dimensionarea şi amplasarea categoriilor de folosinţă a terenului;

✓ organizarea terenului categoriilor de folosinţă;

✓ amplasarea şi dimensionarea drumurilor agricole.

III. STABILIREA PROFILULUI UNITĂŢII AGRICOLE

3.1 Dimensiunea exploataţiei agricole
3.2 Ferma - unitate de producţie a exploataţiei agricole

Stabilirea profilului unei unităţi agricole are la bază orientarea generală, de perspectivă a producţiei şi reprezintă - în esenţă - proiectarea reproducţiei lărgite în unitate pentru o perioadă viitoare.

Suportul teritorial pentru realizarea indicatorilor reproducţiei lărgite se asigură în cadrul organizării teritoriului.

Prin profilare se stabilesc ramurile de producţie şi o asemenea concentrare a activităţilor care - prin organizarea teritoriului - permit folosirea completă şi eficientă a terenului, a amenajărilor, dotărilor şi echipamentelor tehnice, a capacităţii şi forţei de muncă precum şi aplicarea tehnologilor de producţie recomandate de cercetarea ştiinţifică agricolă.

Zonarea producţiei agricole, strategia programelor naţionale, judeţene, comunale şi mai ales, condiţiile concrete locale (climatice, de relief, edafice,

BCU CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY

forţă de muncă, tradiţie etc) contribuie decisiv la stabilirea profilului de producţie al unităţii.

Diversitatea condiţiilor naturale, economice şi sociale determină stabilirea de profiluri variate ale unităţilor (exploataţiilor) agricole, în care concentrarea şi specializarea producţiei reglează preponderenţa unor ramuri sau plante de cultură care, în condiţiile locale, generează producţii maxime cu cheltuieli economice.

În raporturile dintre diferiţii factori ai agriculturii, dimensiunea exploataţiei are un rol determinant întrucât aceasta constituie cadrul de desfăşurare normală a tuturor activităţilor agricole.

3.1 Dimensiunea exploataţiei agricole

Împreună cu organizarea proceselor de producţie în general, dimensiunea exploataţiei agricole influenţează nemijlocit:

- ✓ condiţiile de aplicare şi randamentele lucrărilor mecanizate;
- ✓ folosirea rotaţiei plantelor agricole în cadrul unor asolamente raţionale;
- ✓ exploatarea eficientă a unor terenuri amenajate cu lucrări de îmbunătăţiri funciare (irigaţii, desecări-drenaje, îndiguiri, combaterea eroziunii solului ş. a.).

Se estimează că pentru producţia vegetală, aria raţională a unei ferme (exploataţii agricole) - indiferent de forma de proprietate - trebuie să se diferenţieze, în funcţie de zona pedoclimatică şi profilul de producţie, între 50 - 1500 ha (tab. 3.1).

Tabelul 3.1

Valorile orientative ale ariei fermelor (exploataţiilor), pe profiluri de producţie şi zone pedoclimatice, în sectorul vegetal (după *Bold I.* şi *Crăciun A.*, 1999)

Profilul producţiei	Zona pedoclimatică sau propice de cultivare	Aria fermei (ha)
Cereale şi plante tehnice	câmpie	500 ÷ 1500
	dealuri, coline	250 ÷ 700
Legumicultură	propice cultivării legumelor	50 ÷ 100
Pomicultură	propice pomiculturii intensive	50 ÷ 150
Viticultură	propice viticulturii intensive	50 ÷ 200

În privinţa exploataţiilor zootehnice, numărul de animale - pe specii şi sisteme de creştere - se recomandă să se încadreze între valorile înscrise în tabelul 3.2.

Faţă de dimensiunile actuale ale exploataţiilor ţărăneşti, în medie, de 2,50 ha, ale asociaţiilor simple, de circa 115 ha iar ale societăţilor comerciale agricole, de aproximativ 450 ha, rezultă că până la realizarea condiţiilor pentru folosirea

eficientă a terenurilor, a sistemei de maşini şi tractoare, a amenajărilor de îmbunătăţiri funciare - în cadrul unor asolamente raţionale - sunt diferenţe foarte mare.

Tabelul 3.2

Valorile orientative privind numărul de animale într-o exploataţie zootehnică, pe specii şi sistem de creştere (după *Bold I.* şi *Crăciun A.*, 1999)

Sectorul de producţie	Sistemul de creştere	Numărul de animale în exploataţie
Vaci pentru lapte	gospodăresc	5 ÷ 12
	intensiv	100 ÷ 200
Bovine pentru carne	gospodăresc	15 ÷ 20
	intensiv	500 ÷ 1000
Porci pentru carne	gospodăresc	20 ÷ 50
	intensiv	1500 ÷ 2000

Lichidarea bruscă - la începutul ultimului deceniu al secolului trecut - a vechilor structuri de organizare şi funcţionare a agriculturii a provocat scăderea drastică a producţiei, dezechilibrarea balanţei de plăţi externe a ţării şi efecte nefavorabile în plan social.

Desigur, obiectivul de restructurare a agriculturii - urmărit prin elaborarea şi adoptarea Legii fondului funciar (18/1991) - constând din abandonarea economiei socialiste planificate şi trecerea la o agricultură cu structura diversificată, cu exploataţii competitive şi rentabile, a fost, este şi va rămâne raţional şi necesar. Dar prin aplicarea Legii nr. 18/1991 s-a văzut că tranziţia agriculturii la economia de piaţă prin reconstituirea şi constituirea proprietăţii private şi a gospodăriei ţărăneşti, este un proces extrem de complex, dependent de o mulţime de factori.

Tabelul 3.3

Gruparea exploataţiilor agricole private după dimensiunea medie a exploataţiei, la 01 ian. 1998 (după *Bold I.* şi *Crăciun A.*, 1999)

Grupa de mărime a exploataţiei, în hectare	Numărul exploataţiilor	%	Aria grupei de mărime a exploataţiei (mii ha)	%
1 - 2	1.165.222	29,2	1.821,900	15,7
2 - 3	1.322.743	33,2	3.135,767	27,0
3 - 4	883.319	20,9	2.819,273	24,3
4 - 5	264.097	6,6	1.154,260	9,9
5 - 10	350.741	8,8	2.044,240	17,6
> 10	50.609	1,3	636,310	5,5
Total	3.986.731	100	11.611,750	100

BCU

Traducerea în fapt a prevederilor Legii nr. 18/1991 a făcut posibilă realizarea proprietăților medii de 2 - 3 ha și firește, exploatații agricole de dimensiuni reduse care, practic, nu permit aplicarea tehnologiilor moderne și profitabile de exploatare a pământului (tab. 3.3).

Valoarea medie pe țară a unei exploatații agricole private (tab. 3.4) este de 2,91 h, cea mai mică valoare medie a unei exploatații agricole private fiind în Moldova (2,30 ha) iar cea mai mare, în Dobrogea (8,29 ha).

În ce privește exprimarea procentuală a numărului de exploatații agricole private, datele din tabelul 3.4 arată că pe locul I se află tot Moldova (cu 24,5%), urmată de Muntenia (21,7%) și de Transilvania (20,7%).

Tabelul 3.4

Numărul și dimensiunea medie a exploatațiilor agricole private din România, la 01 ian. 1998 (după *Bold I.* și *Crăciun A.*, 1999)

Zona (Provincia istorică)	Numărul exploatațiilor	%	Suprafața (ha)	%	Mărimea medie a unei exploatații (ha)
Moldova	978.010	24,5	2.249.988	19,3	2,30
Muntenia	865.899	21,7	2.495.704	21,5	2,88
Transilvania	825.099	20,7	2.848.787	24,5	3,45
Oltenia	623.525	15,6	1.461.583	12,5	2,34
Crișana-Maramureș	332.752	8,4	877.004	7,5	2,64
Banat	294.054	7,4	1.119.684	9,6	3,81
Dobrogea	67.392	1,7	599.000	5,1	8,29
Total	3.986.731	100	11.611.750	100	2,91

Exploatațiile agricole "de subzistență", cu aria mai mică de 3 ha, reprezintă 71,5% din numărul total al gospodăriilor individuale (tab. 3.5).

Tabelul 3.5

Situația gospodăriilor individuale din România, pe categorii de mărime, la 01 ian. 1998 (după *Bold I.* și *Crăciun A.*, 1999)

Numărul gospodăriilor individuale	Aria medie (ha)	Numărul exploatațiilor agricole pe categorii de mărime						
		< 0,5 ha	0,5 - 1,0 ha	1 - 3 ha	3 - 5 ha	5 - 7 ha	7 - 10 ha	> 10 ha
3.973.329	2,24	445.405	1.097.494	1.298.695	693.351	284.834	141.176	12.374
Pondere (%)	100	11,21	27,62	32,69	17,45	7,17	3,55	0,31

Într-o agricultură modernă, durabilă, unitățile teritoriale de lucru trebuie să permită aplicarea rotației culturilor în cadrul asolamentelor raționale și să facă posibilă folosirea mecanizării, chimizării, irigării etc. Pentru satisfacerea acestui deziderat, aria exploatațiilor agricole trebuie să se încadreze în limitele

valorilor precizate în tabelul 3.1, folosindu-se în acest scop asocierea, arendarea cumpărarea etc.

3.2 Ferma - unitate de producție a exploatației agricole

Profilul unității agricole, ca rezultantă a interrelației zonare - condiții specifice este, de regulă, complex dar, cu oarecare tendință de specializare, adecvată resurselor și condițiilor social-economice de care se dispune.

Odată ce profilul unității agricole a fost stabilit, prin organizarea teritoriului agricol trebuie să se rezolve problemele de natură organizatorică și economică, pentru a fi posibilă valorificarea optimă a resurselor funciare.

Unitatea de producție de bază - cu sau fără personalitate juridică - din cadrul unei exploatații agricole, este *ferma* care cuprinde o anumită suprafață de teren și/sau un anumit număr de animale de producție și are, de asemenea, autonomie în organizarea unității și folosirea mijloacelor de producție.

Fermele pot fi specializate în producția vegetală sau animală sau pot fi mixte.

Amplasarea și delimitarea terenului unei ferme trebuie să preceadă stabilirea și organizarea terenului destinat - în cadrul fermei - diferitelor folosințe agricole.

Repartizarea și delimitarea terenului pe ferme se face luând în considerare:

- ✓ structura teritorială existentă a exploatației;
- ✓ modul de folosire a terenului;
- ✓ obiectivele tehnice și economice preconizate pentru îmbunătățirea situației actuale.

În mod firesc, repartizarea terenului pe ferme este o lucrare cu caracter dinamic, din care cauză este necesară cercetarea periodică a premizelor organizatorice, a măsurilor aplicate și a rezultatelor obținute pentru ca, pe baza constatărilor făcute, să se stabilească perfecționările ce pot și ce trebuie să se realizeze printr-o nouă organizare a teritoriului.

Pentru o cât mai mare stabilitate a organizării teritoriului, ferma trebuie să aibă, pe cât posibil:

- ✓ aria corespunzătoare profilului și zonei natural - economice în care este amplasată;
- ✓ suprafața cuprinsă într-un singur trup (masiv);
- ✓ hotarele pe limite obligate;
- ✓ legături funcționale directe cu centrele populate și de producție.

De asemenea, repartizarea terenului pe ferme trebuie corelată cu:

- ✓ structura organizatorică a unității (exploatației);
- ✓ configurația terenului;
- ✓ traseele căilor de comunicație;

✓ posibilitățile de satisfacere a cerințelor fiziologice ale plantelor cultivate;
✓ necesitatea organizării optime a fiecărui masiv de teren.

În concluzie, dimensiunea economică a unei ferme este subordonată cerințelor de exploatare eficientă și durabilă a terenurilor agricole, a sistemei de tractoare și mașini agricole și a amenajărilor de îmbunătățiri funciare.

IV. STABILIREA CATEGORIILOR DE FOLOSINȚĂ A TERENULUI

4.1 Criteriile și principiile stabilirii categoriilor de folosință
4.2 Pretabilitatea terenului pentru folosințele agricole
4.3 Amplasarea categoriilor de folosință

Prin *categorie de folosință a terenului* se înțelege modul de întrebuințare pe o perioadă de timp a unei porțiuni din suprafața unității agricole (exploatației, fermei), în funcție de însușirile naturale ale terenului și de cerințele economico-sociale ale unității.

În mod practic, stabilirea, dimensionarea și amplasarea categoriilor de folosință a terenului constă în a figura pe plan și aplica pe teren, limitele suprafețelor care sunt destinate să fie folosite ca teren arabil, plantații de viță de vie, livezi, pășuni, fânețe naturale, drumuri și alte categorii de folosință.

4.1 Criteriile și principiile stabilirii categoriilor de folosință

La stabilirea și amplasarea categoriilor de folosință a terenului se au în vedere următoarele criterii:

✓ strategia și programele de perspectivă privind folosirea fondului funciar;
✓ utilizarea completă și rațională a tuturor terenurilor,
✓ condițiile naturale (relief, climă, sol, hidrografie, hidrologie, hidrogeologie, vegetație etc) și social-economice (forță de muncă, tradiție, resurse financiare ș. a.).

Regula generală este ca pentru fiecare categorie de folosință agricolă să se repartizeze acele porțiuni din terenul fermei (exploatației) al căror sol, relief, microclimat și regim al apei corespund cel mai bine cerințelor folosinței considerate.

Principiile care guvernează stabilirea categoriilor de folosință sunt:

✓ suprafața arabilă să se mențină sau să crească pe seama categoriilor inferioare de folosință agricolă și neagricolă;

BCU LIBRARY

✓ suprafaţa agricolă să se păstreze iar ieşirile de orice fel din circuitul producţiei vegetale să fie recuperate din terenuri neagricole şi neproductive;

✓ terenurile care - prin degradare - şi-au pierdut, total sau parţial, capacitatea de producţie pentru agricultură sau silvicultură, se constituie în perimetre de ameliorat;

✓ patrimoniul pomicol şi viticol să fie modernizat şi dezvoltat cu prioritate în bazinele şi podgoriile consacrate;

✓ păşunile îmbătrânite sau degradate - situate în condiţii favorabile de sol şi pantă - să se transforme în pajişti cultivate iar acolo unde vegetaţia forestieră are rol de protecţie a solului, aceasta se trece la păduri;

✓ amenajările piscicole să se proiecteze pe terenuri mlăştinoase, sărăturate şi alte suprafeţe neproductive, improprii pentru folosinţele agricole;

✓ terenurile afectate de eroziune excesivă şi alunecări să se propună pentru împădurire;

✓ clădirile industriale, agrozootehnice şi social-culturale să se amplaseze pe terenurile libere din perimetrul construibil al localităţilor şi, mai ales, pe suprafeţele degradate sau improprii producţiei agricole,

✓ investiţiile din agricultură să fie rezervate, cu precădere, pentru realizarea îndiguirilor, desecărilor, regularizării de cursuri de apă, irigaţiilor şi combaterii eroziunii solului, în măsura în care se identifică şi se precizează suprafeţele care necesită asemenea lucrări.

4.2 Pretabilitatea terenului pentru folosinţele agricole

Stabilirea categoriilor de folosinţă agricolă începe cu studierea şi estimarea gradului de fertilitate a diferitelor unităţi de sol şi gruparea solurilor cu acelaşi grad de fertilitate, pe baza datelor pedologice, agrochimice şi ale cadastrului calitativ.

Se consideră:

✓ grosimea totală a profilului solului;

✓ grosimea orizontului cu humus;

✓ conţinutul în humus şi în elemente fertilizante;

✓ textura solului;

✓ gradul de degradare a solului prin sărăturare, alcalinizare, podzolire, eroziune, alunecări, înmlăştinare, inundare etc;

✓ gradul de exprimare a microreliefului;

✓ natura şi însuşirile rocii de solificare;

✓ adâncimea pânzei de apă freatică şi conţinutul chimic al acesteia;

✓ posibilitatea de aplicare a lucrărilor de îmbunătăţiri funciare.

Pe solurile cu fertilitate ridicată reuşesc toate categoriile de folosinţă agricolă (arabil, vie, livadă, păşune, fâneaţă) încât numai interesele de ordin economic dictează extinderea sau limitarea unei anumite folosinţe.

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În măsura în care însuşirile solului care definesc fertilitatea se înrăutăţesc, unele categorii de folosinţă devin obligatorii şi anume, acelea care valorifică mai bine condiţiile edafice existente, mai puţin prielnice.

Măsura în care un teren este apt pentru o anumită folosinţă agricolă poartă numele de *pretabilitate* iar gradul în care un sol satisface în condiţii normale, cerinţele de viaţă ale unei plante de cultură date, reprezintă *favorabilitatea solului.*

Factorii naturali şi social-economici care, în ansamblul lor, determină pretabilitatea terenului pentru o anumită folosinţă şi favorabilitatea pentru o anumită plantă de cultură trebuie consideraţi în interdependenţa şi condiţionarea lor reciprocă pentru ca soluţiile adoptate să fie corecte.

Principalii factori naturali care se consideră la aprecierea pretabilităţii terenului pentru o folosinţă şi favorabilitatea solului pentru o plantă de cultură sunt:

- ✓ cerinţele ecologice ale plantei de cultură;
- ✓ natura şi calitatea solului şi ale rocii de solificare,
- ✓ condiţiile climatice, de relief, hidrologice şi hidrogeologice;
- ✓ vegetaţia spontană şi cultivată.

Între factorii social-economici cu influenţă importantă la această apreciere fac parte:

- ✓ prevederile zonării şi profilului de producţie;
- ✓ dezvoltarea şi repartizarea teritorială a industriei de prelucrare;
- ✓ repartizarea aşezărilor populate şi a populaţiei;
- ✓ reţeaua de căi de comunicaţie şi poziţiile centrelor de desfacere;
- ✓ timpul necesar pentru transportul produselor.

Pretabilitatea terenului se diferenţiază pe 3 categorii:

- ✓ *pretabil* → folosinţa propusă asigură economicitatea producţiei la nivelul cheltuielilor periodice anuale;
- ✓ *condiţionat pretabil* → folosinţa este realizabilă numai cu executarea unor amenajări;
- ✓ *nepretabil* → caracteristicile terenului nu permit folosinţa sau reclamă cheltuieli periodice inacceptabile în momentul interpretării.

Exprimarea pretabilităţii terenului pentru folosinţele agricole se face după cum urmează:

I. Pentru categoria de folosinţă ***arabil*** se pot diferenţia 7 diviziuni de pretabilitate:

1. A - *arabil fără restricţii* care cuprinde terenurile plan-orizontale (cu panta mai mică de 5 %), solul având orizontul A mai gros de 30 cm, $6,2 < pH < 8,2$, conţinut bogat în humus şi elemente fertilizante, textura luto-nisipoasă, permeabilitatea bună (10^{-4} cm/s $< K < 10^{-2}$ cm/s), capacitatea de câmp CC = 16% ÷28 %, drenaj natural bun, favorabil pentru irigaţie, regim de troficitate corespunzător tuturor plantelor agricole. Solurile acestor terenuri

sunt cernoziomurile, cernoziomurile cambice, solurile brune argiloiluviale, cenuşii, brun-roşcate, brune acide şi variantele lor freatic umede. În această grupă mai pot face parte şi solurile aluviale şi coluviale care nu suferă de exces de umiditate şi nu sunt periclitate de inundaţii.

1. B - *arabil cu restricţii mici* care ocupă terenurile cu orizontul A al solului, mai mic de 25 cm grosime. Pe aceste terenuri, mobilizarea solului în adâncime trebuie făcută cu prudenţă. În această grupă se includ solurile aluviale, coluviale, şi cele evoluate pe depozite proluviale, cu salinizare în profunzime, precum şi solurile nisipoase. Se mai cuprind aici vertisolurile şi solurile vertice precum şi solurile pe care lucrările agricole trebuie efectuate în intervale mici de timp pentru a beneficia de umiditatea optimă de mobilizare.

1. C - *arabil cu măsuri energice de chimizare şi măsuri agrotehnice simple* este specific terenurilor cu solurile având pH < 6,1, cu gradul de saturaţie în baze redus, fără exces de umiditate, cu panta mai mică de 5%. Terenurile din această grupă necesită amendamentare cu $CaCO_3$ însoţită de aplicarea de îngrăşăminte.

Solurile reprezentative ale acestor terenuri sunt cele brune luvice şi luvisolurile albice.

1. D - *arabil cu măsuri antierozionale simple* cuprinde terenurile cu panta cuprinsă între 5% şi 12% şi solurile afectate de eroziune de suprafaţă (slabă şi medie). Pe aceste terenuri, lucrările solului trebuie executate în lungul curbelor de nivel, în cadrul unor asolamente în care predomină plantele semănate în rânduri apropiate.

1. E - *arabil cu măsuri antierozionale complexe* include terenurile cu panta de 12% ÷ 16%, cu soluri erodate puternic, inclusiv cu eroziune în adâncime. Utilizarea acestor terenuri implică asolamente de protecţie şi sisteme antierozionale de cultivare.

1. F - *arabil cu măsuri hidroameliorative simple* este caracteristic pentru terenurile din luncile şi terasele râurilor, de pe suprafeţele plan-orizontale sau uşor înclinate afectate periodic de exces de umiditate şi care necesită lucrări simple pentru eliminarea excesului de apă. Predomină solurile aluviale, coluviale şi cele formate pe depozite proluviale, cu textura variată.

1. G - *arabil cu măsuri hidroameliorative complexe* cuprinde terenurile din luncile râurilor şi pâraielor, suprafeţele plan-orizontale sau depresionare cu pânza freatică aproape de suprafaţă. Solurile sunt, de regulă înmlăştinite, slab salinizate, soluri gleice, histosoluri (turboase) etc.

II. ***Plantaţiile pomicole*** (*livezi*) se înfiinţează, de regulă, pe terenurile înclinate, cu panta cuprinsă între 15% ÷ 40%. Pentru această folosinţă trebuie acordată o mare atenţie expoziţiei:

✓ în cazul dealurilor cu altitudinea mică (H < 400 m) din silvostepa umedă şi zona de pădure, versantele pot avea orice expoziţie, cu excepţia celei nordice;

✓ în zona dealurilor cu altitudinea până la 800 m şi a poienilor submontane din zona de pădure, trebuie asigurată expoziţia sud-vestică sau sud-estică;

✓ la altitudinea de peste 800 m este necesară expoziţia sudică iar pe versantele puternic înclinate, treimea lor inferioară sau mijlocie.

În zona de pădure, solul trebuie să aibă grosimea mai mare de 60 cm şi proporţia de schelet mai mică de 40% dacă este evoluat pe roci tari sau, grosimea mai mică de 30 - 40 cm, cu proporţia de schelet până la 50, când s-a format pe roci metamorfice. În toate cazurile, orizontul cu humus trebuie să fie mai gros de 10 cm, reacţia să fie neutră - slab acidă - slab alcalină ($5,5 < pH < 7,8$), nivelul apei freatice să se situeze cu mai mult de 2 - 3 m sub suprafaţă iar conţinutul solului în $CaCO_3$ să fie sub 12 - 15%.

În zonele de stepă şi de silvostepă, dacă solul este format pe roci tari, trebuie să aibă grosimea mai mare de 90 cm şi proporţia de schelet sub 30 - 35%. Pentru solul evoluat pe roci metamorfice, grosimea minimă a profilului trebuie să fie de 70 cm iar proporţia de schelet să nu depăşească 50 - 55%. În cazul când solul s-a dezvoltat pe roci moi, grosimea minimă a profilului nu trebuie să fie mai mică de 50 cm.

În toate cazurile, pentru solurile din zonele de stepă şi silvostepă, orizontul cu humus trebuie să fie de minimum 25 cm iar textura lutoasă sau luto-nisipoasă (se evită alcătuirea granulometrică argilo-lutoasă sau argiloasă), reacţia neutră ($6,2 < pH < 8$), conţinutul în $CaCO_3$ mai mic de 12% şi nivelul apei freatice mai jos de 1,5 m.

Condiţiile climatice generale pentru terenurile atribuite livezilor trebuie să fie:

✓ temperatura medie anuală → 8 ÷ 10°C;
✓ precipitaţiile anuale → 600 ÷ 800 mm;
✓ numărul zilelor senine → 110 ÷ 120;
✓ durata de strălucire a soarelui → 1900 ÷ 2000 ore;
✓ umiditatea relativă a aerului → 75%;
✓ suma gradelor de temperatură peste 0°C → 3000 ÷ 3200°C;
✓ suma gradelor de temperatură peste 10°C → 2500 ÷ 2700°C.

Pentru diferitele specii pomicole, amplasamentele livezilor sunt determinate de existenţa condiţiilor pedoclimatice specifice speciilor şi soiurilor care trebuie plantate şi de asigurarea în optim a factorilor de vegetaţie.

Speciile de măr şi *păr* se plantează, de regulă, în sistem intensiv (1250 ÷ 1400 pomi/ha) şi superintensiv (2200 ÷ 6900 pomi/ha), la distanţa condiţionată de grupa de soiuri şi zona pedoclimatică. Cele mai bune condiţii, pentru soiurile de toamnă - iarnă se găsesc în zona Subcarpaţilor Sudici şi de Nord precum şi în zona dealurilor Subcarpatice Transilvane şi depresiunile de contact. Soiurile timpurii au condiţii favorabile în zonele mai calde din sud. Pentru păr, plantaţiile trebuie - în mod deosebit - ferite de curenţii reci, motiv pentru care ele se amplasează în treimea inferioară a versantelor.

Plantațiile de prun sunt recomandate în zona dealurilor joase și mijlocii, cu precipitații anuale de 550 ÷ 600 mm.

Tehnologia recomandată prevede la înființarea plantațiilor intensive, 5 × 3,5 (4) m, respectiv 370 ÷ 500 pomi/ha.

Plantațiile de cais găsesc condiții optime în zonele din sud și vest, pe terenuri cu panta sub 15 - 20%, soluri cu textura mijlocie spre ușoară, profunde, bine drenate, cu apa freatică la adâncime, cu îngheț în timpul înfloritului absent sau foarte rar. Se recomandă 714 pomi/ha (4 × 3,5 m).

Plantațiile de piersic sunt potrivite în zonele din sud, vest, sud-vest și nord-vest, unde se realizează temperatura activă necesară. În sistem intensiv, se plantează 500 ÷ 600 pomi/ha iar în sistem superintensiv 1200 pomi/ha (4 × 2 m).

Plantațiile de cireș în sistem intensiv, reclamă soluri cu textură mijlocie și ușoară, fără exces de umiditate, în zone fără brume frecvente și înghețuri târzii de primăvară. În funcție de sistemul de conducere, distanțele de plantare recomandate sunt 5 × 4 m sau 4 × 2 m.

Plantațiile de vișin se amplasează pe terenurile cu panta mai mică de 25%, în treimile mijlocie și superioară (dacă umiditatea este suficientă) ale versantelor iar în zonele sudice mai secetoase și în treimea inferioară, pe soluri reavene. Distanța de plantare se recomandă să fie de 4 × 3 (4) m, la vișinul altoit pe mahaleb și de 4 × 2 m, la cel altoit pe vișin.

Plantațiile de nuc au condiții favorabile în zona colinară - cu precipitații anuale de 600 ÷ 800 mm, temperatura medie anuală de 9° ÷ 10°C și apa freatică la adâncime - pe dealurile cu altitudinea mijlocie și expoziția protejate împotriva curenților de aer rece. Distanța de plantare se recomandă să fie 8 × 6 m (208 pomi/ha).

Plantațiile de dud - pentru hrănirea viermilor de mătase - se recomandă în sistem superintensiv sub formă de *tufă joasă* (3 × 1 (0,5) m), în sistem intensiv și superintensiv *cu trunchi pitic* și distanța de plantare 3 × 3 m (2,5 × 2,5) m și în sistem superintensiv *tip pajiște* cu distanța de plantare 1 × 1 m (1 × 0,5) m. Se amplasează pe terenurile mecanizabile și irigabile (în zona secetoasă).

Arbuștii fructiferi (zmeur, măr, afin, coacăz, agriș) se pot extinde în zona subcarpatică a Carpaților Sudici și Orientali precum și în alte zone premontane.

III. ***Plantațiile viticole*** se amplasează, prioritar, pe terenurile în pantă (i > 14 - 15 %), cu expoziția sudică, sud-vestică, sud-estică.

Solul, dacă este evoluat pe roci tari, trebuie să aibă grosimea de cel puțin 35 - 40 cm și proporția de schelet mai mică de 40 - 45 %; pentru solul evoluat pe roci metamorfice, grosimea trebuie să depășească 25 - 30 cm iar proporția de schelet să rămână sub 55 - 66 %; în cazul solului format pe roci moi, grosimea trebuie să depășească 20 cm.

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Indiferent de roca de solificare, solul trebuie să aibă conținutul în humus mai mare de 1 %, pH^{ul} cuprins între 6 - 8, conținutul în $CaCO_3$ sub 30 % iar textura poate fi de la nisipoasă până la luto-argiloasă.

Solul poate fi şi slab salinizat însă, trebuie excluse solurile alcaline, mijlociu şi puternic salinizate sau înmlăştinate.

Terenul pentru vița de vie trebuie să nu fie afectat de excesul de umiditate iar nivelul apei freatice să se găsească cu cel puțin 3 - 5 m sub suprafață; în mod excepțional, se admite în zona de stepă, adâncimea minimă de 1 m iar în zona de pădure 1,5 m.

Amplasamentul plantației trebuie să fie ferit de curenții reci, brumele şi înghețurile târzii şi timpurii.

Viței de vie îi sunt necesare: un ciclu vegetativ mai mare de 160 zile, suma totală a gradelor de temperatură mai mare de 2700°C şi precipitații anuale de cel puțin 450 mm, din care minimum 300 mm în perioada de vegetație, în care să nu fie prezente secete prelungite.

De asemenea, poziția plantației trebuie subordonată condițiilor de specializare a podgoriei, sistemului de protejare în timpul iernii, sistemelor de plantare şi de conducere.

Distanța de plantare se diferențiază atât după caracteristicile plantației, cât şi după cerințele de mecanizare. Pe terenurile în pantă - cu soiuri de vin de vigoare slabă şi mijlocie, sau cu soiuri de masă de vigoare slabă - distanța de plantare se recomandă să fie de 2 m între rânduri şi de 1 ÷ 1,2 m între plante pe rând, rezultând 4100 ÷ 5000 butuci/ha. În zonele de deal sau pe nisipuri - cu soiuri de vin de vigoare mare, sau cu soiuri de masă de vigoare mijlocie şi/sau mare - se adoptă între rânduri 2,2 m şi pe rând 1,1 ÷ 1,2 m (3790 ÷ 4340 butuci/ha).

În fine, amplasamentul unei plantații de viță de vie trebuie făcut având în vedere şi condițiile pentru lucrările complexe de netezire - modelare a versantului, construcția rețelei de circulație, a teraselor, a canalelor pentru interceptarea şi dirijarea scurgerilor, a drenajului pentru captarea izvoarelor de coastă etc.

IV ***Păşunile*** beneficiază, de regulă, de terenurile inapte altor folosințe agricole, excesiv de frământate, alunecate, cu apa freatică oscilând în jurul nivelului critic etc.

Solurile terenurilor pentru păşuni sunt soluri subțiri pe roci moi puternic şi excesiv erodate, soluri scheletice subțiri, soluri brune luvice şi luvisoluri albice, soluri negre clinohidromorfe, gleizate şi pseudogleizate, soluri salinizate de pantă, soluri cu structura slab dezvoltată ş. a.

V. ***Fânețele*** cuprind terenurile din zonele bogate în precipitații, cu exces de umiditate la suprafață sau în adâncime, situate pe dealuri înalte, coline, munți, în văile intercolinare, intradeluroase şi intramontane, pe versantele alunecate, în zonele unde nu se poate păşuna.

Fâneţele se amplasează şi în luncile râurilor frecvent inundabile, dacă amenajarea hidroameliorativă a acestora nu este convenabilă.

VI. ***Plantaţiile silvice din afara fondului forestier*** ocupă terenurile degradate care nu pot primi altă folosinţă şi au rolul funcţional de a frâna eroziunea şi alunecările de teren, valorificând raţional suprafeţele neproductive.

Se consideră terenuri degradate, acele suprafeţe care prin procese naturale sau activităţi antropice inadecvate şi-au pierdut capacitatea de producţie vegetală.

Aceste terenuri pot fi afectate de eroziunea de suprafaţă puternică şi excesivă, eroziunea în adâncime, depuneri ale viiturilor torenţiale, alunecări, surpări, prăbuşiri, nisipuri, pietrişuri, grohotişuri, poluări cu substanţe chimice, petroliere, halde miniere etc. Aceste terenuri se constituie în perimetre de ameliorare.

VII. ***Heleşteele*** şi ***băltile*** se înfiinţează pe suprafeţele ocupate cu gropi de împrumut, sărăturate şi/sau salinizate etc.

Aprecierea capacităţii de producţie a terenurilor agricole joacă rolul principal în stabilirea pretabilităţii pentru diferitele categorii de folosinţă şi a favorabilităţii pentru diferitele plante de cultură.

Determinarea capacităţii de producţie, stabilirea măsurilor tehnice şi a mijloacelor economice pentru fiecare porţiune de teritoriu ecologic distinctă şi omogenă trebuie să aibă în vedere raionarea pedoclimatică, ce delimitează suprafeţe de teren omogene sub aspectele: sol, climă, relief (pantă, expoziţie, etc), nivel şi mineralizare a apei freatice.

Harta raionării pedoclimatice este rezultanta suprapunerii hărţii solului cu cartograma elementelor climatice, a pantelor, a expoziţiilor şi a nivelului apei freatice.

Raionarea pedoclimatică evidenţiază constituirea, delimitarea, numerotarea şi caracterizarea unităţilor de teritoriu ecologic omogen (T.E.O.)* sintetizează întreg materialul documentar existent pentru teritoriul interesat - cu privire la factorii naturali - şi reprezintă condiţia de bază pentru bonitarea terenurilor agricole.

Fiecare T.E.O. se caracterizează prin câteva însuşiri tehnologice şi anume:

- ✓ pretabilitatea pentru irigaţie;
- ✓ prevenirea şi combaterea salinizării şi alcalizării solului;
- ✓ prevenirea şi combaterea eroziunii solului;
- ✓ gradul de mecanizabilitate;
- ✓ tehnologia lucrărilor solului;
- ✓ consumul de energie şi perioada de executare a lucrărilor solului;
- ✓ starea şi sursa de poluare;
- ✓ necesitatea şi tipul de ameliorare.

---

* Teritoriul ecologic omogen (T.E.O.) este unitatea elementară de teren nediferenţiată (uniformă) sub aspectele climei, solului, reliefului, hidrologiei şi hidrogeologiei, precum şi a celorlalţi factori de mediu natural. T.E.O. este unitatea teritorială care se ia în considerare în lucrările de bonitare.

La scara întregii ţări au fost identificate 120 T.E.O., caracterizate prin 54 de indicatori.

Prin caracterizarea T.E.O. se urmăreşte realizarea unei evidenţe calitative a resurselor de terenuri agricole pentru fiecare dintre folosinţe şi pentru principalele culturi agricole, legume, vii şi specii pomicole, asigurându-se baza pentru determinarea posibilităţilor de restructurare.

Pentru fiecare T.E.O. se realizează evaluarea sau bonitarea* terenurilor agricole pe folosinţe şi pentru principalele specii de plante agricole, prin note acordate pentru sol, relief, hidrologie şi climă.

Influenţa fiecărui element ecologic se exprimă printr-un sistem de indicatori, în cadrul unei scări de 100 puncte:

- ✓ solul cu caracteristicile sale intrinseci.....≤ 50 puncte;
- ✓ clima.....≤.20 puncte;
- ✓ relieful.....≤.15 puncte;
- ✓ hidrologia.....≤.15 puncte;

În acest mod se pot stabili: caracterizarea terenului - sub aspect tehnic (tehnologic), ca obiect al muncii şi ca mijloc de producţie - posibilităţile de dezvoltare a producţiei agricole şi o judicioasă determinare a zonelor economice.

Caracterizarea tehnologică are în vedere 6 clase de terenuri agricole:

1- fără restricţii - nu necesită lucrări ameliorative;
2- cu restricţii mici - necesită lucrări de prevenire a unor procese de degradare în cazul introducerii irigaţiei;
3- cu restricţii mijlocii - necesită lucrări ample de ameliorare (pedoameliorative şi agrotehnică specifică);
4- cu restricţii mari - necesită lucrări complexe de îmbunătăţiri funciare pentru ameliorare;
5- cu restricţii foarte mari - necesită lucrări costisitoare de amenajare, adesea neeconomice;
6- terenuri neameliorative - improprii pentru agricultură.

La terenurile cu restricţii, în funcţie de natura şi amploarea acesteia, se pot individualiza diverse subclase, exprimând: deficitul de umiditate, excesul de umiditate, eroziunea, salinizarea, soloneţizarea, aciditatea, compactitatea, deficitul de humus etc.

---

* Bonitarea terenului este procedeul de estimare a calităţii unei suprafeţe agricole (silvice) în care, în afară de bonitarea solului, se adaugă bonitarea celorlalţi factori principali ai mediului natural (clima, relieful, apa freatică). Bonitarea solului reprezintă procedeul de estimare a calităţii unui sol, de obicei pentru o anumită folosinţă sau anumită plantă de cultură, prin atribuirea de note, fie diferitelor însuşiri ale acestuia (notele fiind apoi însumate sau multiplicate), fie tipului (subtipului, varietăţii) de sol în ansamblu. Rezultatul bonitării solului se poate exprima sub formă de clase de calitate.

Pentru *aprecierea calitativă a terenurilor* - exprimând potențialul de producție ca rezultat al interacțiunii factorilor de mediu și antropic - se pot folosi și datele cadastrului funciar. Se disting 6 clase de calitate a terenurilor:

I - teren cu calitate foarte bună;
II - teren cu calitate bună;
III - teren cu calitate mijlocie;
IV - teren cu calitate slabă;
V - teren cu calitate foarte slabă;
VI - teren neproductiv.

În cadrul claselor de calitate se pot diferenția subclase, în dependență de factorii limitativi și/sau procesele de degradare:

W - afectate de exces de umiditate stagnantă;
Q - afectate de exces de umiditate freatică;
H - inundabile;
S - salinizate, saline, alcalice;
A - acide;
E - erodate la suprafață;
R - cu eroziune în adâncime (ravinate);
F - frământate, cu alunecări și prăbușiri;
N - nisipoase;
V - scheletice (pietriș, pietre, bolovani) stâncării;
G - poluate (gropi, steril ș. a.).

În raport cu panta terenului se separă următoarele grupe:

P_0 - plan-orizontale, cu panta (i) până la 5%;
P_1 - $6\% < i < 10\%$;
P_2 - $11\% < i < 15\%$;
P_3 - $16\% < i < 20\%$;
P_4 - $21\% < i < 25\%$;
P_5 - $26\% < i < 35\%$;
P_6 - $i > 35\%$.

Amenajările de îmbunătățiri funciare, existente pe teren, se evidențiază prin următoarele categorii:

I_1 - irigate prin brazde și fâșii;
I_2 - irigate prin aspersiune;
I_3 - irigate prin submersie;
D_1 - îndiguit, nedesecat;
D_2 - desecat, neîndiguit;
D_3 - îndiguit și desecat;
C_1 - cu benzi înierbate;
C_2 - cu agroterase;
C_3 - cu alte lucrări antierozionale.

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Clasele de producție ale pajiștilor, plantațiilor viticole și pomicole se apreciază în funcție de gradul de acoperire a terenului și starea de vegetație astfel:

A - foarte bune;
B - satisfăcătoare;
C - slabe și foarte slabe.

Cadastrul funciar agricol furnizează și datele pentru noi resurse funciare care se pot realiza cu prilejul lucrărilor de organizare a teritoriului, fie direct (fără amenajare), fie prin amenajare.

Pentru terenurile arabile, sursele potențiale pot fi:

✓ terenuri nearabile din incintele amenajate, cu excepția celor cu limitări absolute, cum ar fi de exemplu terenurile excesiv scheletice; aceste terenuri arabile se obțin prin desțeleniri, defrișări, destufizări;

✓ terenuri nearabile din clasele I, II, III care pot fi trecute la arabil fără amenajări speciale și numai prin desțeleniri de pajiști cu panta până la 10% sau terenuri pretabile a fi luate în cultură, pe versante cu panta până la 20%;

✓ terenuri nearabile, din clasele IV, V, VI neafectate de limitări absolute, care prin amenajări speciale pot deveni terenuri arabile de calitate cel puțin mijlocie (destufizări, desecări de mlaștini și bălți, defrișări de vegetație forestieră, amenajări de halde de steril, gropi de împrumut, depozite de pământ etc).

Pentru pajiști se înierbează terenurile neproductive sau slab productive, afectate de eroziune sau alunecări.

Împăduririle de protecție se prevăd pe terenuri neproductive, afectate de procese de pantă și care nu pot fi valorificate prin înierbări.

Pentru piscicultură se rezervă mlaștinile, bălțile, sărăturile, gropile de împrumut etc.

La aprecierea calității terenului agricol este de mare importanță și gradul de mecanizare al acestuia. Cu cât panta este mai mare și microrelieful mai bine exprimat, cu atât gradul de mecanizare este mai redus și valoarea terenului - ca mijloc de producție în agricultură - scade.

De asemenea, trebuie să se aibă în vedere și:

✓ existența sau inexistența amenajărilor cu efect îndelungat asupra evoluției calitative a terenului;

✓ dacă recoltele unor plante cultivate sunt concordante cu favorabilitatea terenului pentru acele culturi;

✓ interpretarea corectă a vegetației spontane, îndeosebi a plantelor indicatoare.

În sinteză, un teren - ca principal mijloc de producție în agricultură - este cu atât mai bun cu cât terenul respectiv se pretează, în măsura în care climatul permite, pentru oricare categorie de folosință și cu cât oferă condiții edafice favorabile pentru cultivarea cât mai multor specii și soiuri de plante.

Cele mai bune terenuri pentru agricultură sunt acelea care nu prezintă procese de degradare. Cu cât terenurile încep să fie afectate de astfel de procese

(înmlăştinare, argiloiluviere, salinizare, eroziune, alunecări etc) apar deficienţe în sol şi deci, limitări şi restricţii în folosirea pentru agricultură a suprafeţelor afectate.

Cu cât gradul sau intensitatea degradării sunt mai mari, cu atât terenul este mai puţin prielnic pentru agricultură, adică are o calitate mai slabă.

Avându-se în vedere considerentele exprimate în acest paragraf, stabilirea categoriilor de folosinţă a terenului trebuie să determine o mai completă şi eficientă folosire a fondului funciar, a factorilor naturali, a potenţialului de forţă de muncă şi a celorlalte mijloace de producţie.

4.3 Amplasarea categoriilor de folosinţă

Amplasarea categoriilor de folosinţă se definitivează - pentru o etapă de dezvoltare - prin individualizarea pe plan şi materializarea în teren a suprafeţelor care vor fi folosite ca teren arabil, plantaţii viticole, plantaţii pomicole, păşuni, fâneţe, păduri de protecţie etc.

În mod firesc, pentru fiecare folosinţă se delimitează suprafeţele al căror sol, relief, microclimat, regim hidric şi condiţii de exploatare corespund cel mai bine folosinţei considerate.

Legea 18/1991 precizează condiţiile în care persoanele juridice pot efectua schimbări ale categoriilor de folosinţă existente. Astfel, cu avizul organelor de specialitate judeţene, terenul arabil poate fi transformat în alte categorii de folosinţă agricolă pentru următoarele cazuri:

- ✓ terenurile arabile din zonele de deal, care constituie enclave în masivele de vii şi livezi consacrate (stabilite de MAAP) şi care pot fi transformate în plantaţii viticole şi/sau pomicole;
- ✓ idem în zonele de şes pentru completarea masivelor viticole destinate producerii strugurilor de masă şi/sau stafidelor şi masivelor pomicole pentru cultura piersicului şi a caisului (stabilite de MAAP);
- ✓ terenurile arabile cu soluri nisipoase care pot fi transformate în plantaţii viticole şi pomicole;
- ✓ terenurile din zonele deluroase şi muntoase, înregistrate la arabil şi care sunt situate pe pante nemecanizabile, afectate de eroziune şi alunecări active sau semistabilizate, care nu mai pot fi ameliorate şi menţinute la arabil, se pot transforma în păşuni şi fâneţe;
- ✓ terenurile arabile din luncile Dunării şi râurilor interioare, care nu pot fi folosite profitabil ca alte folosinţe agricole, se pot transforma în amenajări piscicole;

Schimbarea categoriilor de folosinţă agricolă pentru persoanele juridice - la care statul deţine majoritatea acţiunilor - altele decât cele specificate la art. 56 din Legea 18/1991 se aprobă de MAAP.

Modificarea folosinţelor silvice (păduri, culturi de arbuşti, răchitării, pepiniere) deţinute de persoane juridice se aprobă, de asemenea, de MAAP.

Schimbarea folosinţei terenurilor agricole din zonele de protecţie a monumentelor se face cu acordul Comisiei Naţionale a Monumentelor, Ansamblurilor şi Siturilor Istorice.

Lucrările necesare pentru protecţia şi ameliorarea solului implică cheltuieli care se suportă de deţinătorii terenurilor sau de către stat (în limita alocaţiilor bugetare aprobate) pe baza notelor de fundamentare elaborate de unităţile de cercetare şi proiectare, însuşite de organele agricole de specialitate judeţene şi aprobate de MAAP.

Studiile şi proiectele pentru lucrările de protecţie şi ameliorare a solului se întocmesc la cerere, de către unităţile de specialitate în colaborare cu cele de organizare şi amenajare a teritoriului şi se execută de deţinătorii terenurilor agricole sau, la cererea acestora, de către unităţi specializate în execuţia unor astfel de lucrări.

Documentaţiile tehnico-economice şi ecologice pentru lucrările care afectează mai multe domenii (agricultură, silvicultură, gospodărirea apelor, aşezările omeneşti etc) se susţin prin contribuţia proporţională a părţilor interesate.

Lucrările de regularizare a scurgerilor pe versante şi de corectare a torentelor - care servesc la apărarea şi conservarea lacurilor de acumulare, a lucrărilor de irigaţii, de desecare, a căilor de comunicaţie ş. a. - se execută concomitent cu lucrările de bază.

Terenurile care prin degradare şi/sau poluare şi-au pierdut total sau parţial capacitatea de producţie agricolă sau silvică se constituie în perimetre de ameliorare.

Perimetrele de ameliorare se stabilesc de Ministerul Agriculturii, Alimentaţiei şi Pădurilor şi Ministerul Apelor şi Protecţiei Mediului, la propunerea conducerilor localităţilor.

V. AMPLASAREA CENTRELOR DE PRODUCŢIE

5.1 Definiţia şi clasificarea centrelor de producţie
5.2 Cerinţele amplasării centrelor de producţie
5.3 Particularităţiile amplasării unor centre de producţie agricolă

Centrele de producţie sunt componente de bază ale organizării teritoriului subordonate profilului, condiţiilor teritoriale specifice şi strategiei de dezvoltare a unităţii (fermei) agricole.

5.1 Definiția și clasificarea centrelor de producție

Centrul de producție reprezintă suprafața de teren cu construcțiile, mijloacele de producție și echipamentele aferente, unde se desfășoară activități staționare de producție agricolă și se efectuează managementul (procesul de conducere) unității (fermei).

Bold I. și *Crăciun A.* (1999) clasifică centrele de producție după cum urmează:

1. După **forma socială a producției**, se deosebesc:
   - societăți comerciale agricole;
   - societăți agricole;
   - gospodării familiale.

2. Având în vedere **gradul de complexitate**, se disting următoarele centre de producție:
   - principale;
   - complexe agroindustriale;
   - de ferme;
   - auxiliare.

3. Considerând **dependența față de teren**, se identifică:
   - centre de producție dependente de teren:
     - ferme pentru vaci cu lapte;
     - ferme pentru taurine la îngrășat;
     - centre de vinificație;
     - întreprinderi pentru deshidratarea furajelor verzi (IDFV) ș. a.
   - centre de producție puțin dependente de teren:
     - complexe agroindustriale de porci;
     - complexe agroindustriale de păsări ș. a.

4. În funcție de **ramura de producție**, pot fi:
   - centre pentru producția agricolă animală:
     - diferențiate după specii (taurine, porcine, ovine etc);
     - diferențiate după producția realizată (carne, lapte, ouă etc).
   - centre pentru producția vegetală:
     - culturi de câmp;
     - culturi legumicole;
     - plantații viticole;
     - plantații pomicole ș. a.

5. După **natura și rolul tehnologic** (depozitare, condiționare, prelucrare) centrele de producție agricolă pot fi:

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- silozuri;
- fabrici de nutreţuri combinate (F.N.C.- uri);
- întreprinderi pentru deshidratarea furajelor verzi (I.D.F.V.- uri);
- depozite de fructe;
- depozite de legume;
- abatoare;
- centre de industrializarea laptelui ş. a.

Investiţiile pentru construcţia centrelor de producţie se realizează pe baza documentaţiilor tehnico-economice, conform prevederilor din Legea investiţiilor.

5.2 Cerinţele amplasării centrelor de producţie

Amplasarea, dimensionarea şi sistematizarea unui centru de producţie sunt dependente de profilul (destinaţia) centrului de producţie, de dimensiunile ramurilor componente şi interdependenţa lor (care condiţionează mărimea) precum şi de cadrul natural şi economico-social (în funcţie de care se încadrează în organizarea teritoriului unităţii şi în peisajul geografic local).

Înainte de a se stabili amplasamentul şi dimensiunea centrului de producţie se efectuează analiza detaliată a condiţiilor economice, naturale şi tehnice specifice viitorului amplasament.

Analiza condiţiilor economice trebuie să elucideze următoarele aspecte:

✓ profilul centrului de producţie, capacitatea şi tehnologia adoptate care să asigure realizarea economică a producţiei;

✓ încadrarea centrului de producţie în profilul ramurii, cu precizarea ponderii acestei activităţi în cadrul unităţii;

✓ încadrarea centrului de producţie în proiectele de amenajarea teritoriului şi urbanism, cu stabilirea amplasamentului în intravilan - sau cât mai aproape - pentru evitarea cheltuielilor supradimensionate pentru dotările social-culturale şi asigurarea forţei de muncă;

✓ asigurarea - pe cât posibil - a racordării centrului de producţie la traseele şi capacităţile reţelelor edilitare existente şi propuse (apă, canalizare, electricitate etc);

✓ alegerea amplasamentului centrului de producţie într-o poziţie favorabilă faţă de perimetrul unităţii, căile de comunicaţie şi unităţile vecine;

✓ locul amplasamentului să permită extinderea ulterioară a centrului de producţie, în concordanţă cu planul de perspectivă;

✓ centrul de producţie să aibă legături funcţionale directe cu centrele de aprovizionare şi respectiv, de desfacere a producţiei;

✓ să fie valorificate, pe cât posibil, construcţiile şi echipamentele existente;

✓ să se respecte prevederile Legii 18/1991 care stipulează necesitatea amplasării centrelor de producţie - de preferinţă - pe terenuri improprii producţiei agricole şi evitarea eventualelor exproprieri, demolări sau defrişări.

BCU IAŞI - DIGITAL LIBRARY

Particularitățile cadrului natural și posibilitățile tehnice (constructive) influențează în mare măsură amplasamentul centrului de producție.

Cerințele principale orografice și microclimatice care trebuie avute în vedere sunt:

- ✓ terenul de amplasament al centrului de producție să aibă panta mică (pentru scurgerea ușoară a apelor pluviale), microrelieful slab exprimat și să nu prezinte condiții potențiale de eroziune sau alunecări;
- ✓ expoziția terenului să fie sudică, sud-estică, sud-vestică și să fie ferită de vânturile puternice, mai ales în timpul iernii; dacă se consideră necesar, se pot înființa perdele forestiere de protecție;
- ✓ să se evite amplasamentele de la poalele versantelor, pe agestre sau în luncile râurilor, unde nu este asigurată protecția împotriva viiturilor și inundațiilor.

Cerințele hidrogeologice și geotehnice reclamă:

- ✓ teren cu drenajul natural bun, având nivelul mediu al apei freatice la cel puțin 1,5 m sub talpa fundației construcțiilor;
- ✓ stratul acvifer de adâncime să aibă debitul suficient de mare și apa potabilă; este recomandabilă folosirea apei de la adâncimea medie de 100 - 200 m;
- ✓ amplasamentul centrului de producție să se afle în apropierea unui emisar natural care să preia apele uzate, după epurarea acestora;
- ✓ terenul să prezinte însușiri geotehnice de fundare corespunzătoare și să aibă forța portantă de cel puțin 2 kgf/cm^2.

Cerințele sanitar-veterinare impun ca:

- ✓ locul de amplasament al centrului de producție să se găsească în afara influenței diferitelor nocivități provenite de la întreprinderile industriale sau complexele zootehnice;
- ✓ centrele de producție care emană mirosuri pestilențiale, sau alte nocivități, să se amplaseze în afara centrelor populate, la distanță corespunzătoare în funcție de emanațiile produse.

5.3 Particularitățile amplasării unor centre de producție agricolă

În funcție de caracteristicile și rolul funcțional al centrului de producție agricolă, se evidențiază unele particularități ale amplasamentului, astfel:

Centrele (sediile) administrative ale unităților agricole și fermelor sunt condiționate de caracteristicile unității (suprafața, volumul producției, specializarea, zona pedoclimatică), de căile de comunicație și de poziția localităților vecine.

Centrele de producție pentru culturi în mediu protejat (sere) trebuie amplasate în zone cu durata mare de strălucire a soarelui și unde utilitățile (energia termică, electrică, apa, canalizarea) se pot asigura în condiții

BCU "I. SENCHEA" UNIVERSITY LIBRARY

economice. Pentru răsadnițe și solarii, amplasamentele sunt subordonate surselor de căldură și de apă iar suprafețele acestora sunt dependente de volumul producției.

Depozitele de legume-fructe au amplasamentul condiționat, îndeosebi, de caracterul sezonier al produselor. De regulă, depozitele sunt specializate pentru depozitarea unui singur produs (mere, struguri, cartofi, ceapă, rădăcinoase etc) și au amplasamentele în zonele de producție. Sunt și **depozite universale** (pentru sortimentul complet de legume și fructe) care se amplasează în proximitatea centrelor de consum.

Centrele de vinificare se amplasează dependent de existența masivelor de plantații viticole. Se deosebesc *centre de vinificare de tip I* în care se face numai prelucrarea strugurilor - produsul fiind expediat altor centre, pentru condiționare și depozitare până la valorificare - și *centre de vinificare de tip II* care prelucrează, condiționează, învechește, îmbuteliază și depozitează vinul pe timp nelimitat.

Amplasamentele acestor centre se stabilesc în vecinătatea și în legătură directă cu masivele viticole iar suprafața afectată trebuie să permită fluxul tehnologic adecvat. Astfel, centrele de vinificare de tip I trebuie să cuprindă corpul de vinificare, corpul de depozitare și anexele; centrul de vinificare de tip II are în componență, în plus, corpul de tratare, cupajare și condiționare, corpul de învechire, corpul de îmbuteliere, centrala termică, corpul de valorificare a subproduselor și pavilionul administrativ.

Centrele de producție provizorii (temporare) sunt condiționate de existența unor procese de producție sezoniere. Între acestea fac parte taberele de câmp, halele de sortare (șoproanele) și taberele de vară.

Taberele de câmp se amplasează la distanța mai mare de 8 ÷ 10 km de centrul de producție (sat) pentru a evita deplasarea neeconomică a tractoarelor, mașinilor agricole și a forței de muncă, în timpul campaniilor agricole.

Halele de sortare (*șoproanele*) se amplasează pe terenurile fermelor de legume sau de pomi, cât mai în centrul perimetrului și având legături directe cu drumurile publice și sediul fermei.

Taberele de vară se înființează pe pajiștile care se pășunează și care sunt situate la distanța mai mare de 5 ÷ 6 km de centrul de producție al fermei zootehnice.

Fabricile de nutrețuri combinate (F.N.C.) se amplasează lângă o stație de cale ferată sau în vecinătatea unui drum modernizat, pentru transportul economic al materiei prime și produsului finit, în cadrul zonelor de aprovizionare și desfacere. F.N.C. trebuie să aibă asigurate legături directe tehnologice cu secțiile anexe (silozurile, stațiile de primire și livrare, uscătoria de boabe, magaziile, buncărele de produse, centrala termică etc).

Silozurile au poziția condiționată de rolul lor funcțional (recepționare, condiționare, conservare și livrare a produselor) care trebuie satisfăcut cu cheltuieli cât mai mici.

În concluzie, amplasamentele noilor centre de producție este bine să se stabilească în intravilan, exceptând pe cele generatoare de noxe, poluante, adăposturile pentru animale precum și cele care - prin specificul lor - impun amplasamentele în perimetrele de producție.

Este interzisă amplasarea construcțiilor de orice fel pe terenurile agricole din extravilan de clasa I și a II [a] de calitate, pe cele amenajate cu lucrări de îmbunătățiri funciare, cu plantații viti-pomicole, în parcuri naturale, rezervații, ansambluri arheologice și istorice.

VI. ORGANIZAREA TERENULUI ARABIL

6.1 Tipurile și numărul asolamentelor dintr-o unitate agricolă
6.2 Organizarea terenului asolamentelor
6.3 Stabilirea și amplasarea drumurilor agricole
6.4 Particularitățile organizării terenului arabil în cadrul amenajărilor hidroameliorative

---

Valorificarea optimă a resurselor funciare ale exploatațiilor agricole (proprietăți, societăți, asociații) impune organizarea terenului fiecărei folosințe.

Organizarea terenului arabil cuprinde stabilirea și amplasarea asolamentelor, a unităților de exploatare sau teritoriale de lucru (sole, parcele) și a rețelei de circulație (drumuri tehnologice) în scopul asigurării celor mai bune condiții pentru folosirea completă și eficientă a pământului, a echipamentelor de producție și a forței de muncă.

Organizarea terenului arabil succede definitivării indicatorilor de profil ai unității agricole, dimensionării ramurilor producției vegetale și animale, amplasării categoriilor de folosință, comasărilor de teren și rectificărilor de hotare și stabilirii perimetrelor fermelor optim dimensionate.

Organizarea terenului arabil al exploatațiilor agricole constă în stabilirea, amplasarea și organizarea asolamentelor, ca bază pentru folosirea rațională a factorilor de producție și aplicarea tehnologiilor moderne, recomandate de cercetarea științifică. În consecință, la organizarea terenului arabil trebuie avute în vedere:

- ✓ principalele tipuri de asolamente și numărul acestora;
- ✓ amplasarea asolamentelor și organizarea acestora;

BCU "LUCIAN BLAGA" UNIVERSITY LIBRARY

✓ stabilirea şi amplasarea drumurilor de exploatare agricolă (tehnologice);
✓ particularităţile organizării terenului arabil în cadrul amenajărilor hidroameliorative.

6.1 Tipurile şi numărul asolamentelor dintr-o unitate agricolă

Prin asolament se înţelege distribuţia (repartizarea) pe suprafaţa arabilă a unităţilor teritoriale ocupate cu diferite plante de cultură, care se succed în timp pe acelaşi loc în cadrul unei rotaţii prestabilite.

Alcătuirea asolamentelor se bazează pe condiţiile oferite de cadrul natural, cerinţele economice ale exploataţiei agricole şi particularităţile agrobiologice ale plantelor cultivate.

Într-un asolament stabilit corect, plantele se succed pe aceeaşi suprafaţă de teren în funcţie de particularităţile biologice care le diferenţiază (consumul de apă şi elemente nutritive, adâncimea de pătrundere a rădăcinilor, perioada de vegetaţie etc), de bolile şi dăunătorii care le atacă, de rezistenţa la îmburuienate, sensibilitatea faţă de anumite erbicide ş. a.

Dependent de condiţiile oropedoclimatice şi de specializare pot fi:
✓ asolamente de câmp (adesea specializate pentru un grup de plante sau pentru o anumită plantă);
✓ asolamente furajere;
✓ asolamente speciale;
✓ asolamente mixte;

Asolamentele de câmp sunt specifice pentru plantele care satisfac cerinţele de consum ale oamenilor, care asigură materia primă pentru industria alimentară şi în secundar, care produc o parte din furajele necesare creşterii animalelor. Asolamentele de câmp ocupă cea mai mare suprafaţă arabilă pe terenurile plan-orizontale şi uşor înclinate. Terenurile puternic erodate sau cu exces de umiditate sunt improprii asolamentelor de câmp.

În funcţie de proporţia dominantă din cadrul asolamentului a unor grupe de plante sau chiar a unei singure plante, asolamentele de câmp pot fi cerealiere (grâu, porumb, orz, orzoaică, secară etc), pentru leguminoase (soia, mazăre, fasole etc), pentru plante tehnice (sfecla pentru zahăr, floarea soarelui, cartof etc) ş. a.

Asolamentele furajere au ca scop producerea furajelor şi se amplasează, de regulă, pe formele joase ale reliefului, în depresiuni, luncile râurilor şi alte terenuri cu apa freatică aproape de suprafaţă.

Asolamentele furajere pot fi:
✓ *de fermă*, care se amplasează în apropierea fermelor de animale şi care asigură, în principal, furajele de volum (masă verde şi suculente), atât pentru consumul în timpul verii cât şi pentru însilozat;

✓ *de păşuni şi fâneţe*, care au ca scop producerea fânului, a furajului concentrat (boabe) şi a furajului verde pentru păşunat; se amplasează pe şi în vecinătatea pajiştilor naturale.

Asolamentele speciale se organizează în afara asolamentelor de câmp sau furajere în unităţile agricole în care una sau mai multe plante de cultură au o pondere mare datorită condiţiilor specifice locale. Asemenea asolamente pot fi pentru orez, legumicole, pentru plante medicinale, tutun, asolament de pepinieră etc. În categoria asolamentelor speciale pot fi considerate şi asolamentele care au ca scop principal, protecţia antierozională, asolamentele pentru folosirea spaţiului liber din plantaţiile tinere de pomi ş. a.

Asolamentele mixte cuprind plante sau grupe de plante specifice diferitelor ramuri ale agriculturii. Obişnuit, asolamentul mixt se întâlneşte atunci când în unitatea agricolă (fermă) se proiectează un singur asolament: agricol-furajer, furajer-agricol, legumicol-furajer, mixte complexe ş. a.

Indiferent de tipul asolamentului proiectat, la organizarea terenului arabil trebuie satisfăcute următoarele cerinţe:

✓ folosirea completă şi raţională a întregii suprafeţe arabile, în concordanţă cu profilul unităţii şi caracteristicile naturale ale zonei;

✓ exploatarea cu maximum de randament a tractoarelor şi maşinilor agricole;

✓ asigurarea rotaţiei optime a plantelor cultivate;

✓ utilizarea integrală şi chibzuită a forţei de muncă disponibile;

✓ asigurarea condiţiilor pentru aplicarea măsurilor şi lucrărilor agropedoameliorative;

✓ corelarea lucrărilor de organizarea teritoriului cu amenajările de hidroamelioraţii.

Numărul asolamentelor dintr-o unitate agricolă este condiţionat de complexitatea condiţiilor naturale, economice, sociale şi agrotehnice.

În majoritatea cazurilor, într-o exploataţie agricolă se înfiinţează un singur asolament de câmp sau mixt.

Introducerea unui singur asolament este soluţia corespunzătoare pentru:

✓ fermele cu dimensiuni optime, având condiţii omogene de favorabilitate, relief şi amenajare;

✓ terenurile cu aria relativ mică din vecinătatea satelor componente ale exploataţiei (fermă, asociaţie, societate agricolă);

✓ fiecare trup de teren arabil, cu condiţii omogene de favorabilitate şi dimensiune economică;

✓ trupurile de teren apropiate, cu legături funcţionale şi condiţii de favorabilitate nesemnificativ diferenţiate;

✓ terenurile arabile din vecinătatea fermelor zootehnice,

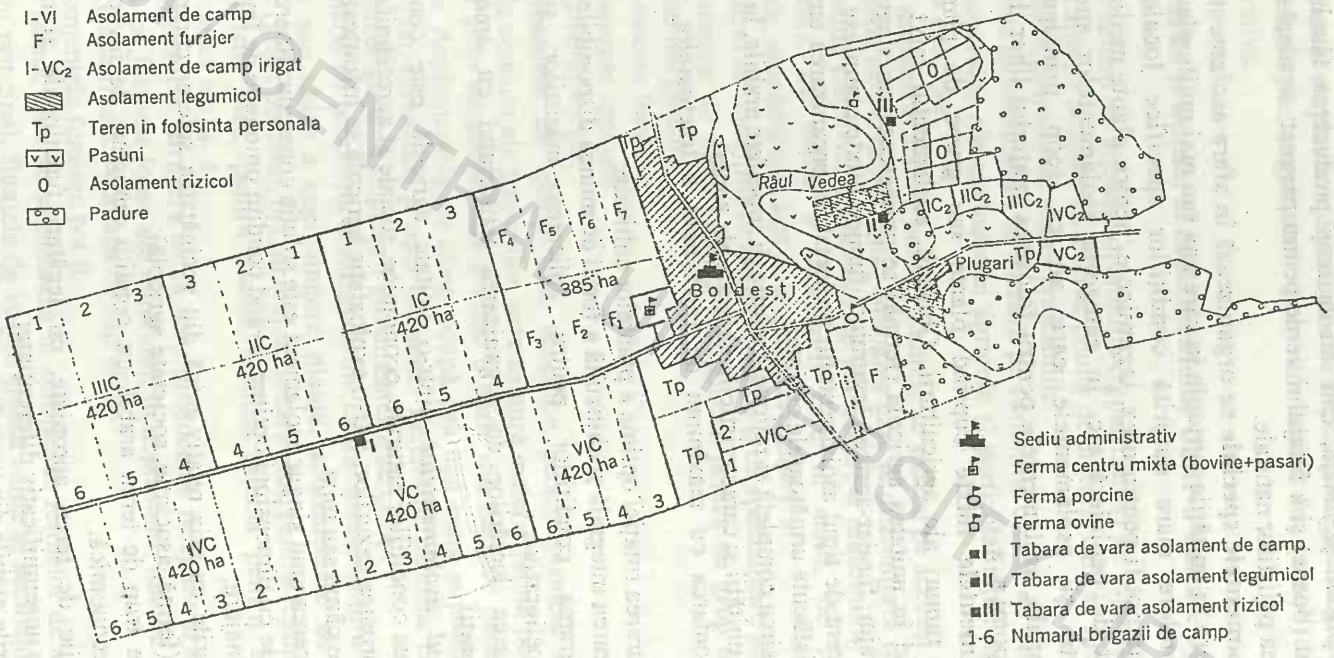


Fig. 6.1 Organizarea terenului arabil la o unitate agricolă cu condiții pentru înființarea mai multor asolamente

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITARA LIBRARY

✓ suprafeţele de teren diferenţiate în funcţie de condiţiile de sol, relief, amenajare (irigaţii prin brazde + aspersiune, irigaţii + desecări, irigaţii + C.E.S. etc), având legături funcţionale.

Proiectarea a două sau mai multe asolamente într-o unitate agricolă (fig. 6.1) se justifică în următoarele cazuri:

✓ când unitatea are suprafaţa de teren arabil mare, cu solul diferenţiat ca însuşiri; în acest caz, solul poate determina stabilirea numărului de asolamente;

✓ când limitele obligate (cursuri de apă, fire de vale, căi de comunicaţie etc) separă suprafeţe convenabile de teren arabil, aparţinând aceleiaşi unităţi agricole;

✓ când unitatea cuprinde şi suprafaţă amenajată pentru irigaţii, sau are condiţii pentru cultivarea orezului, a legumelor, are un sector zootehnic dezvoltat sau deţine şi teren arabil în pantă afectate de procese de eroziune etc;

✓ când terenul are forma mult alungită, suprafaţa mare şi în structura culturilor fac parte plante a căror producţie este greu transportabilă (cartofi, sfeclă etc);

✓ când satul are forma alungită sau unitatea agricolă este formată din mai multe sate, situate la distanţă mai mare de 2 ÷ 3 km.

În toate cazurile, cerinţele organizării muncii şi cele impuse de structura şi rotaţia culturilor sunt factorii determinanţi în stabilirea numărului de asolamente.

6.2 Organizarea terenului asolamentelor

În cadrul organizării terenului arabil, asolamentele se stabilesc şi se amplasează în următoarea ordine:

1- asolamentele furajere, care sunt condiţionate de amplasamentele fermelor zootehnice;

2- asolamentele legumicole, care sunt dependente de sistemul de irigaţie, potenţialul de producţie al solului, căile de comunicaţie, necesarul de forţă de muncă;

3- asolamentele rizicole, care sunt subordonate amplasamentelor şi amenajării parcelelor orezăriei;

4- asolamentele de protecţie, dependente de existenţa terenurilor cu panta mare, afectate de eroziune;

5- asolamentele de câmp, diferenţiate pentru suprafeţele arabile plan-orizontale irigate sau neirigate şi pentru terenurile în pantă;

6- asolamentele mixte.

Suprafaţa asolamentului se compune din mai multe sole.

Sola este suprafaţa de teren - din cadrul asolamentului - alcătuită din una sau mai parcele de lucru, destinate unei culturi sau grupe de plante de cultură cu agrotehnica similară.

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Parcela este parte componentă a solei (având aceeaşi categorie de folosinţă), fiind mărginită de limite obligate naturale sau create în scopul desfăşurării optime a procesului de producţie.

Aceste unităţi teritoriale de lucru (sola, parcela) din cadrul asolamentului trebuie să rezulte din interdependenţa dintre structura culturilor cu condiţiile peisajului geografic local (relief, sol, limite obligate etc).

În cadrul asolamentelor, solele se amplasează având o latură limitată de: un hotar, o cale de comunicaţie (drum, cale ferată), marginea unei păduri, a unui lac, râu sau fir de vale, o categorie de folosinţă agricolă (vie, livadă, păşune, fâneaţă), o antenă (la irigarea prin aspersiune), un canal distribuitor de sector (la udarea prin scurgere la suprafaţă sau la irigarea prin aspersiune, folosind agregate mobile sau semistaţionare), un canal de desecare etc.

Numărul solelor asolamentului depinde, atât de structura culturilor cât şi de posibilitatea de amplasare care să răspundă cerinţelor impuse de limitele obligate, relief, sol, mecanizare, prevenirea şi combaterea eroziunii solului.

6.2.1. Forma şi dimensiunile solei (parcelei)

Aceşti parametri prezintă importanţă deoarece influenţează nemijlocit eficienţa lucrărilor mecanizate. Nerespectarea formei şi dimensiunilor optime ale solei măreşte ponderea deplasărilor în gol ale agregatelor agricole, determină înrăutăţirea calităţii lucrărilor şi sporeşte uzura tractoarelor şi maşinilor agricole.

Forma solei este de dorit să fie dreptunghiulară, de trapez dreptunghiular cu laturile lungi paralele sau de trapez oarecare cu laturile lungi paralele şi la care laturile scurte să nu aibă înclinarea cu unghiuri mai mici de 20 ° ÷ 30 °. La solele trapezoidale (de lungime optimă) pierderile sunt mai mari decât la cele dreptunghiulare cu 7% iar la cele în formă de triunghi, acestea variază între 25 ÷ 35% (*Bold I.* şi *Crăciun A.*, 1999).

Lungimea solei se recomandă să se adopte în jurul valorii de 1200 m. Pentru această lungime, numărul de parcursuri la hectar, durata unui parcurs, durata unei întoarceri, timpul total la hectar pentru întoarcerea agregatelor de lucru în câmp, timpul total la hectar pentru diferite lucrări şi cheltuielile de producţie sunt convenabile pentru toate plantele de cultură. La lungime mai mare, apar unele inconveniente privitoare la aprovizionarea agregatelor agricole cu seminţe, carburanţi, piese de schimb etc.

Opţiunea pentru încadrarea în lungimea optimă a solei se bazează şi pe faptul că cheltuielile pentru executarea mecanizată a lucrărilor reprezintă aproximativ 45% din totalul cheltuielilor.

Rezultatele cercetărilor ştiinţifice au dovedit că eficienţa culturilor este dependentă în bună parte de lungimea solei (parcelei); la lungimea solei de 1200 m se asigură reducerea cheltuielilor la hectar cu circa 20 % (tab. 6.1).

Tabelul 6.1

Influența lungimii solei asupra timpului operativ total, a timpului de întoarcere (în gol), a cheltuielilor de producție și a consumului de carburant la hectar pentru culturile de grâu și porumb (după *Bold I.* și *Crăciun A.*)

Specificare		Lungimea solei (m)								
		200	400	600	800	1.200	1.600	2.400	2.800	3.400
Cultura: GRÂU										
Timpul total	ore	9,39	8,29	7,93	7,78	7,59	7,47	7,43	7,38	7,36
	%	100	88,4	84,5	82,9	80,9	79,6	79,2	78,7	78,5
Timpul în gol	ore	1,71	0,86	0,56	0,43	0,28	0,22	0,15	0,12	0,10
	%	100	50,3	32,7	25,1	16,4	12,9	8,8	7,0	5,8
Cheltuieli	mii lei/ha	960	851	814	796	779	765	762	757	755
	%	100	88,6	84,8	82,9	81,1	79,7	79,4	78,8	78,0
Carburant	l/ha	78,6	69,8	66,7	65,5	63,8	63,0	62,6	62,1	61,0
	%	100	88,8	84,9	83,3	81,1	80,2	79,6	79,0	78,0
Cultura: PORUMB										
Timpul total	ore	11.44	10,22	9,82	9,61	9,43	9,31	9,19	9,18	9,00
	%	100	89,3	85,8	84,0	82,4	81,4	80,3	80,2	80,0
Timpul în gol	ore	2,07	1,04	0,70	0,53	0,35	0,26	0,17	0,15	0,10
	%	100	50,2	33,8	25,6	16,9	12,6	8,2	7,2	6,8
Cheltuieli	mii lei/ha	2.230	1.941	1.852	1.802	1.756	1.729	1.707	1.701	1.680
	%	100	87,0	83,0	80,8	78,7	77,5	76,5	76,3	75,0
Carburant	l/ha	118,0	104,4	100.0	97,9	95,7	94,5	93,1	92,9	92,0
	%	100	88,5	84,7	83,0	81,1	80,1	78,9	78,7	78,0

Lățimea solei se recomandă să se adopte - în cazul terenurilor cu panta mică - asigurând raportul între lățimea și lungimea de 1/2 ÷ 1/3, fără ca latura scurtă a solei să fie mai mică de 400 - 600 m.

Aria solei rezultă, în funcție de recomandările pentru lungime și lățime, de 50 ÷ 70 ha, fără ca aceste limite să fie obligatorii.

Pe terenurile arabile cu panta mai mare de 5%, lungimea solei - în măsura în care limitele obligate permit - se adoptă cât mai apropiată de valoarea optimă (1200 m) iar lățimea se recomandă să fie, în funcție de pantă, astfel:

- ✓ pentru panta mai mică de 5 ÷ 6%, de ≈ 400 m;
- ✓ pentru panta cuprinsă între 6% și 9%, de 400 ÷ 250 m;
- ✓ pentru panta cuprinsă între 9% și 18%, de 250 ÷ 100 m;
- ✓ pentru panta mai mare de 18%, de 100 ÷ 50 m;

6.2.2. Amplasarea solelor față de proprietățile solului

Dacă asolamentul cuprinde unități de sol care se deosebesc prin fertilitate și alte însușiri ce influențează lucrările agrotehnice (aratul, pregătirea patului

germinativ, semănatul, lucrările de întreţinere etc) trebuie ca la stabilirea dimensiunilor şi amplasamentelor solelor să se ţină seama şi de însuşirile agroproductive ale solului.

Fără a se neglija cerinţele dimensionale, de formă şi de amplasare faţă de relief şi limite obligate, la proiectare trebuie să se urmărească formarea solelor care să cuprindă sol cu proprietăţi cât mai apropiate.

Uniformitatea solelor - sub aspectul însuşirilor solului - este condiţia de bază pentru executarea corectă şi eficientă a lucrărilor agricole şi aplicarea agrotehnicii diferenţiate.

În zona colinară, unde amplasarea solelor este dependentă de elementele reliefului şi de necesitatea frânării eroziunii şi unde variaţia însuşirilor solului este mare, omogenitatea proprietăţilor principale ale solului trebuie asigurată, cel puţin, pe parcelele componente ale solei, care se lucrează separat.

6.2.3. Amplasarea solelor faţă de relief

Dacă pe suprafeţele plan-orizontale, cerinţele mecanizării au cea mai mare influenţă asupra organizării terenului arabil în ce priveşte forma şi dimensiunile solei, pe terenurile înclinate, aceşti parametri se subordonează, în primul rând, cerinţelor de protecţie a solului împotriva eroziunii.

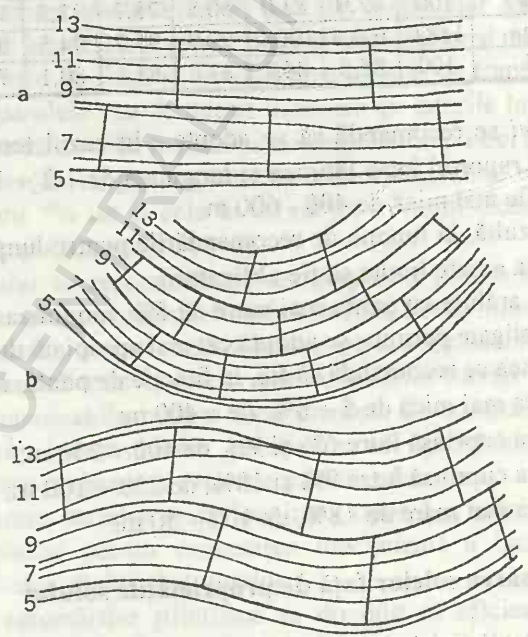


Fig. 6.2 Amplasarea solelor pe versant: a - uniform; b - neuniform

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În consecinţă, pe terenurile arabile în pantă, solele şi parcelele se orientează cu latura lungă pe direcţia curbelor de nivel (cu abaterea de cel mult 5%, în funcţie de valoarea pantei, erodabilitatea solului, agresivitatea pluvială etc) încât toate lucrările agrotehnice şi cele de combatere a eroziunii solului (sisteme de cultivare în fâşii, cu benzi înierbate, agroterase) să se execute pe aceeaşi direcţie (fig. 6.2).

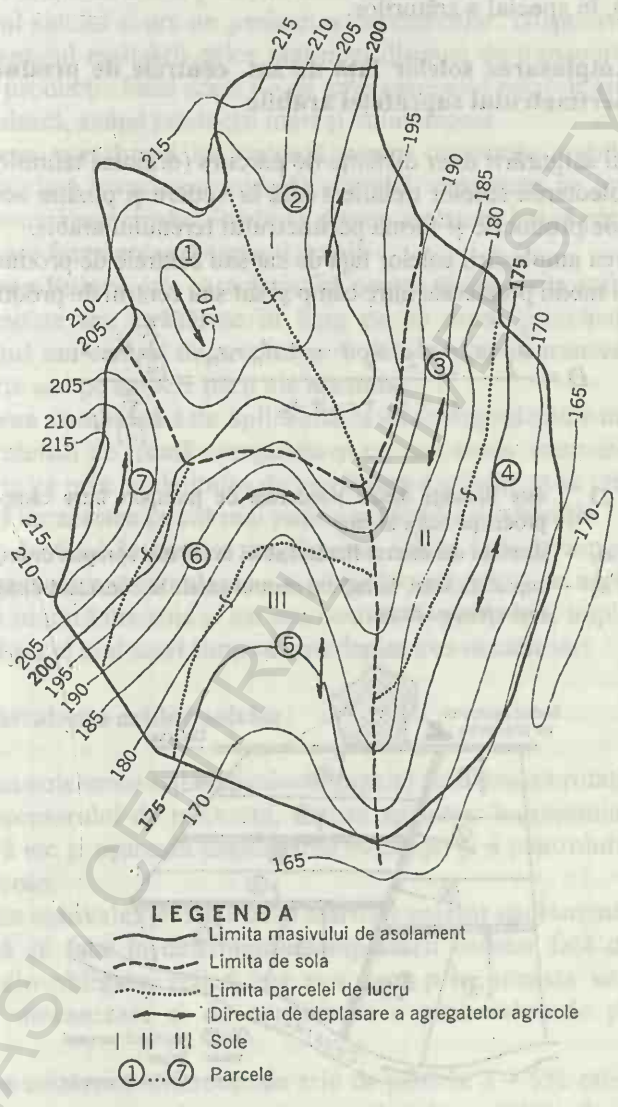


Fig. 6.3 Gruparea parcelelor în cadrul unui asolament pe teren cu relief complex

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pe terenurile arabile cu variaţii mari de pantă şi expoziţie şi frecvente limite obligate, se recomandă să se individualizeze iniţial, parcele pe unităţi de pantă uniformă după care, să se facă gruparea lor în sole (fig. 6.3).

În condiţiile reliefului frământat, numărul parcelelor din fiecare solă variază în funcţie de unităţile de pantă uniformă iar aria fiecăreia trebuie să permită executarea cu randamentul cât mai bun a lucrărilor agricole (mecanizate), în special a arăturilor.

6.2.4. Amplasarea solelor faţă de sat, centrele de producţie şi forma perimetrului suprafeţei arabile

În scopul asigurării unor distanţe de parcurs (drumuri tehnologice) cât mai scurte, la proiectarea solelor trebuie avută în vedere şi poziţia acestora faţă de sat, centrele de producţie şi forma perimetrului terenului arabil.

Aprecierea amplasării solelor faţă de sat sau centrele de producţie se face pe baza distanţei medii ponderate între câmp şi sat sau centrul de producţie (fig. 6.4).

$$D = \frac{d_1 \cdot s_1 + d_2 \cdot s_2 + \cdots + d_n \cdot s_n}{s_1 + s_2 + \cdots + s_n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i \cdot s_i}{\sum_{i=1}^{n} s_i} \qquad (6.1)$$

în care:

D este distanţa medie ponderată de transport între câmp şi centrul de producţie (sat), în km;

d_i - distanţa din centrul fiecărei solei la cel mai apropiat drum, în km;

s_i - suprafaţa solei, în ha, din centrul căreia se consideră distanţa până la cel mai apropiat drum.

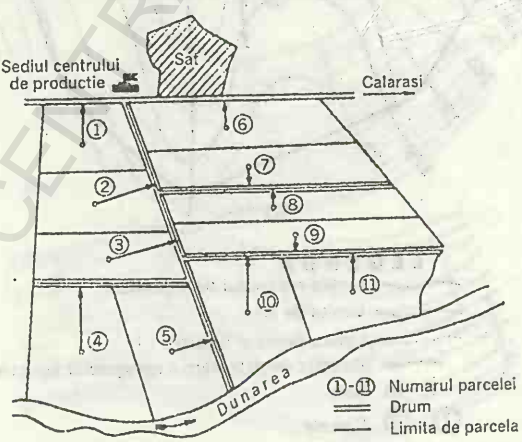


Fig. 6.4 Schemă pentru calculul distanţei medii ponderate între câmp şi centrul de producţie

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pentru a adopta cea mai convenabilă amplasare, se utilizează mai multe variante.

Se disting mai multe modalităţi de amplasare a solelor (parcelelor) faţă de sat (centrul de producţie), în funcţie de condiţiile locale.

Amplasarea radială constă în dispunerea solelor sub formă de raze faţă de sat. Această amplasare este posibilă dacă terenul arabil este comasat relativ uniform în jurul satului şi are un perimetru cvasicircular. Dispunerea radială a solelor are avantajul realizării celor mai mici distanţe de transport faţă de sat sau centrul de producţie încât acest tip de amplasare este potrivit asolamentelor cu plante de cultură, având producţii mari şi voluminoase.

Amplasarea vertebrală se pretează pentru terenurile arabile de formă cvasidreptunghiulară (cvasitrapezoidală) alungită, străbătute pe lungime, spre sat de 1 - 2 drumuri principale. Solele se dispun cu latura lungă perpendiculară pe drumurile care fragmentează terenul arabil.

Amplasarea liniară este caracteristică pentru perimetrele arabile alungite şi înguste, limitate sau străbătute în lung de un drum principal, care face legătura cu satul sau centrul de producţie. Solele se dispun transversal faţă de drum, pe o parte sau pe ambele părţi ale acestuia.

Amplasarea complexă este aplicabilă în cazul suprafeţelor mari de teren arabil, cu perimetrul de formă neregulată şi cu mai multe drumuri principale. Se are în vedere ca prin modalitatea de amplasare a solelor să se creeze cât mai puţine drumuri iar acestea cu cât mai puţine schimbări de direcţie.

Indiferent de felul în care se amplasează solele faţă de sat şi centrul de producţie, se proiectează întotdeauna mai multe variante şi se adoptă aceea la care distanţele medii între sole şi sat sau centrul de producţie, implică cele mai mici cheltuieli şi cel mai scurt timp pentru deplasarea oamenilor.

6.2.5. Echivalenţa ariilor solelor

Proiectarea solelor cu arii echivalente (egale) favorizează rotaţia culturilor, planificarea necesarului de tractoare, maşini agricole, îngrăşăminte, seminţe, forţă de muncă etc şi uşurează organizarea evidenţei şi a controlului executării lucrărilor agricole.

Asigurarea echivalenţei riguroase a ariilor solelor asolamentului nu este raţională dacă se face în detrimentul amplasării solelor faţă de însuşirile solului, limitele obligate, relief, etc sau dacă prin aceasta se înrăutăţesc condiţiile de mecanizare şi de organizare a proceselor de producţie în ansamblu.

Realizarea solelor cu diferenţe de arie de până la 3 ÷ 5% este acceptabilă dacă prin aceasta se asigură respectarea celorlalte condiţii de proiectare a unităţilor teritoriale de lucru ale asolamentului.

6.3 Stabilirea şi amplasarea drumurilor agricole

Drumurile agricole sunt căile de acces care deservesc teritoriul unităţii agricole (fermei).

Proiectarea drumurilor agricole se face concomitent cu stabilirea, dimensionarea şi amplasarea solelor (parcelelor) asolamentelor.

Necesitatea şi importanţa drumurilor pe terenurile arabile rezidă în faptul că activităţile de transport pe ansamblul producţiei agricole reprezintă 30 - 40% din volumul lucrărilor executate.

Caracteristicile reţelei de drumuri influenţează direct randamentul mijloacelor de transport şi respectiv, cheltuielile de producţie agricolă.

Drumurile agricole trebuie să completeze raţional, reţeaua drumurilor clasate şi să aibă traseele pe terenuri cu o bună stabilitate.

Lăţimea totală a drumurilor agricole de pe terenurile arabile este de 3,60 m, pentru suprafaţa deservită sub 1.000 ha şi de 5 - 7 m pentru suprafaţa mai mare.

Pe terenurile plan-orizontale, drumurile au densitatea mai mică, reprezentând circa 1% din totalul suprafeţei arabile, datorită dimensiunilor mari ale unităţilor teritoriale de lucru.

Trasarea drumurilor de exploatare agricolă trebuie să asigure legătura cu fiecare solă a asolamentului iar orientarea drumurilor se face ca să rezulte distanţe cât mai mici de transport. Astfel:

- ✓ dacă centrul de producţie sau satul se află aproximativ central în masivul de arabil, drumurile se dispun radial faţă de acestea;
- ✓ dacă prin localitate are traseul un drum asfaltat (pietruit), adică o şosea principală care asigură legătura directă cu locul de depozitare sau de valorificare a producţiei, drumurile agricole de pe terenul arabil se orientează către drumul modernizat, pe traseul cel mai scurt.

În cazul terenurilor arabile irigate, drumurile agricole servesc, de regulă, şi pentru exploatarea şi întreţinerea lucrărilor hidrotehnice, motiv pentru care se trasează de-a lungul canalelor de aducţiune, de distribuţie sau de evacuare. În astfel de condiţii, drumurile se prevăd cu şanţuri marginale de scurgere, racordate la reţeaua de evacuare a sistemului de irigaţie.

Pe terenurile arabile cu canale de desecare, drumurile agricole principale se trasează pe cotele cele mai înalte ale suprafeţei sau, în lungul canalelor principale, caz în care servesc şi pentru exploatarea - întreţinerea sistemului de desecare-drenaj. La limita dintre sole (pe cât posibil în lungul canalelor colectoare) se trasează drumuri secundare.

În incintele îndiguite se proiectează obligatoriu, un drum în lungul digului, la depărtarea de minimum 3 m de piciorul taluzului interior al digului. Se proiectează, de asemenea, rampe de trecere peste dig, în dreptul drumurilor care intersectează digul.

BCU "Ion Ionescu de la Brad" IAŞI LIBRARY

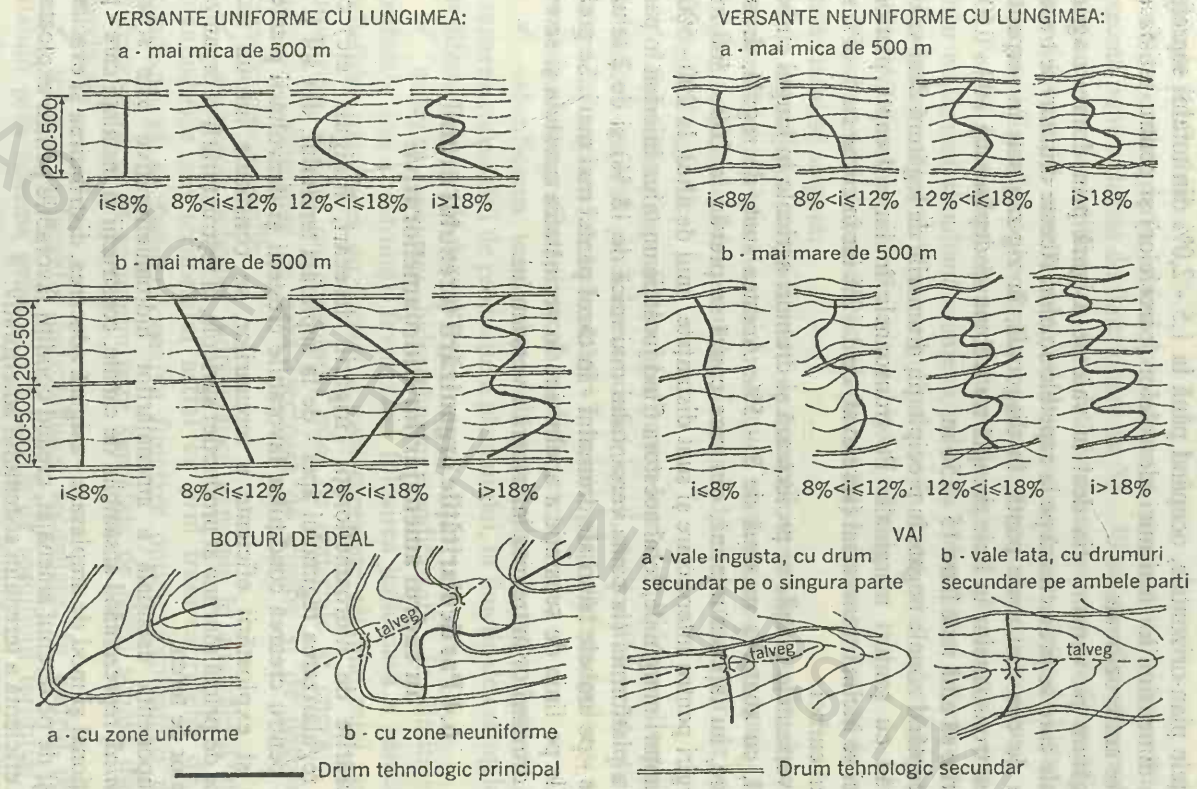


Fig. 6.5 Amplasarea drumurilor agricole pe terenurile arabile înclinate

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pe terenurile arabile de pe versante, traseele drumurilor agricole depind de caracteristicile reliefului (fig. 6.5) şi au densitatea mai mare decât pe suprafeţele plan-orizontale, ocupând până la 1,5 - 2,0% din totalul suprafeţei, datorită dimensiunilor mai mici ale solelor (parcelelor) şi pentru satisfacerea cerinţelor antierozionale.

Legătura pe versant, din deal în vale se asigură prin drumuri agricole principale care se proiectează pe la capetele solelor. Aceste drumuri se trasează pe linia de cea mai mare pantă, în diagonală, în zig-zag sau în serpentină, lungimea tronsoanelor în linie dreaptă nu trebuie să depăşească 100 - 150 iar racordările să aibă raze între 15 - 150 m.

Exceptând zonele bogate în precipitaţii, drumurile de legătură deal-vale nu se prevăd cu şanţuri marginale. Pe tronsoanele în linie dreaptă platforma drumului se înclină transversal (spre aval) cu 1 - 2% iar în curbe cu 5 - 6% spre interiorul curbei.

Pe versantele arabile se proiectează şi drumuri agricole în lungul curbelor de nivel, cu abaterea maximă de 3 - 5%. Acestea sunt, de regulă, drumuri secundare, au lăţimea minimă, din care cauză se prevăd la 200 - 500 m cu supralărgiri pentru intersectare şi sunt distanţate, unul de altul, la 200 - 500 m. Nu au şanţuri marginale, rolul acestora fiind jucat de un taluz înierbat în partea amonte a platformei (la panta versantului mai mică de 18 %) şi de 2 taluzuri înierbate - pe ambele laturi ale drumului - în cazul pantei mai mari. Se preferă drumurile pe linia de separaţie a apelor sau în vecinătatea acesteia şi se evită trasarea drumurilor în treimea inferioară a versantului.

6.4 Particularităţile organizării terenului arabil în cadrul amenajărilor hidroameliorative

Lucrările de hidroameliorații (irigaţii, desecări, îndiguiri etc) care asigură regularizarea regimului apei - de la suprafaţa terenului, din sol şi din subsol - pentru crearea condiţiilor favorabile creşterii şi dezvoltării plantelor agricole şi exploatării eficiente a terenurilor, se constituie într-un factor generator de primă mărime al producţiei agricole, al restructurării şi organizării folosinţelor de teren.

Componenta esenţială a amenajărilor hidroameliorative este *schema hidrotehnică*, reprezentând ansamblul de canale, construcţii şi instalaţii care - prin rol funcţional şi mod de amplasare - asigură aducerea, distribuirea şi evacuarea apei pe şi de pe terenul amenajat, creând condiţii favorabile pentru exploatarea agricolă eficientă a terenului sistemului ameliorativ.

Dacă schema hidrotehnică a amenajării se stabileşte ţinând seama doar de optimizarea volumului de terasamente, de încadrarea în particularităţile orografice ale terenului şi de cerinţele tehnice şi constructive, se creează

dificultăţi în folosirea judicioasă a terenului şi apei, în concordanţă cu cerinţele agrobiologice şi tehnologice ale plantelor cultivate şi cu exigenţele exploatării agricole profitabile.

Pe de altă parte, având în vedere că amenajările hidroameliorative se execută pentru durata de funcţionare de 35 - 40 ani şi că pentru realizarea lor sunt necesare investiţii mari - iar odată realizate, nu mai pot fi modificate decât cu noi investiţii - rezultă indubitabil necesitatea ca lucrările de hidroameliorații să se proiecteze în concordanţă cu normele organizării teritoriului.

Pentru promovarea unor sisteme de agricultură raţionale este oportună chiar realizarea simultană a amenajărilor de îmbunătăţiri funciare cu lucrările de organizarea teritoriului, asigurându-se în acest mod valorificarea optimă a resurselor funciare, a dotării şi a echipării tehnice.

Prin armonizarea lucrărilor de îmbunătăţiri funciare cu cele de organizarea teritoriului se asigură:

- ✓ amenajarea teritoriului într-o concepţie unitară (generală) - în concordanţă cu ansamblul reţelelor de echipare tehnică existente sau prognozate - evitându-se fragmentarea excesivă a terenului şi crearea de elemente teritoriale nefavorabile exploatării agricole;
- ✓ delimitarea suprafeţelor apte pentru lucrări de hidroameliorații în funcţie de factorii naturali şi socio-economici locali, de zonarea producţiei agricole, programul naţional de îmbunătăţiri funciare, gospodărirea apelor şi amenajarea bazinelor hidrografice, protecţia mediului etc;
- ✓ valorificarea terenurilor slab productive şi neproductive precum şi creşterea capacităţii de producţie a pământului, în funcţie de cerinţele societăţii în diferitele etape de dezvoltare;
- ✓ trasarea schemei hidrotehnice condiţionată de limitele obligate (naturale sau construite), favorizând folosirea judicioasă a caracteristicilor reliefului, ocuparea cu lucrări a unei suprafeţe cât mai mici, ameliorarea însuşirilor solului cu consumuri mici de materiale şi energie, realizarea unităţilor teritoriale de bază (sectoare de irigaţie şi de desecare-drenaj) complet mecanizabile;
- ✓ integrarea schemei hidrotehnice generale în ansamblul elementelor planimetrice ale teritoriului astfel ca prin trasarea reţelei de canale şi conducte să se formeze masive funciare optime exploatării agricole şi hidrotehnice şi să se minimizeze suprafaţa de teren scoasă din circuitul productiv;
- ✓ trasarea schemelor hidrotehnice secundare, în cadrul perimetrului stabilit prin schema generală, în funcţie de specificul teritorial al fiecărei unităţi agricole (ferme) şi de necesitatea formării unor sole compacte, sprijinite pe limite obligate şi având legături funcţionale cu satele şi centrele de producţie;

✓ evitarea situațiilor cu consecințe nefavorabile asupra randamentelor exploatării hidrotehnice și agricole ale terenului (necorelarea schemelor de desecare cu cele de irigare, trasarea rețelei de canale în dependență doar de relief, volum de terasamente și investiție specifică, nerespectarea paralelismului între antenele ploturilor de irigație vecine, prelungirea canalelor de desecare peste limitele ploturilor de irigare ș. a.);

✓ posibilitatea aplicării concomitente a lucrărilor hidroameliorative și a celor pedoameliorative în scopul realizării controlului riguros și permanent al regimului hidrologic, pentru ridicarea fertilității și prevenirea unor procese secundare de degradare a solului (înmlăștinare, salinizare, acidifiere, alcalizare, tasare etc);

✓ trasarea rețelei de drumuri agricole astfel ca acestea să completeze rațional drumurile clasate, să permită accesul direct la terenurile și obiectivele agricole și hidroameliorative, eliminând din circuitul productiv suprafețe cât mai reduse de teren și impunând cheltuieli minime de execuție, funcționare și întreținere.

VII. ORGANIZAREA TERENULUI PLANTAȚIILOR VITICOLE

7.1 Organizarea terenului cu panta mai mare de 5%, destinat plantațiilor viticole

7.2 Organizarea terenului cu panta mai mică de 5%, destinat plantațiilor viticole

---

Prin organizarea terenului destinat plantațiilor viticole se urmărește asigurarea condițiilor optime de creștere și dezvoltare a viței de vie, folosirea rațională a terenului aferent plantației, desfășurarea optimă a proceselor de producție și conservarea (ameliorarea) fertilității solului.

Organizarea terenului se realizează prin modul de amplasare a tipurilor de plantații, stabilirea unităților teritoriale de bază și a rețelei de circulație tehnologice, în concordanță cu elementele reliefului, sistemul de plantare și modul de susținere.

Lucrările de organizare a terenului unei plantații viticole cuprind:

✓ stabilirea și dimensionarea unităților teritoriale de lucru;

✓ proiectarea rețelei de circulație;

✓ amplasarea zonelor de întoarcere și de umbrire precum și a rampelor de trecere sau de acces.

7.1 Organizarea terenului cu panta mai mare de 5%, destinat plantațiilor viticole

Mai mult de jumătate din plantațiile viticole din România sunt situate pe terenuri cu panta mai mare de 5%. Înființarea plantațiilor pe terenuri în pantă implică:

- ✓ asigurarea condițiilor optime pentru creșterea și dezvoltarea viței de vie;
- ✓ proiectarea, executarea și întreținerea rațională a lucrărilor antierozionale.

Proiectarea organizării terenului destinat viței de vie se realizează concomitent cu proiectul de ansamblu pentru înființarea plantației.

Înainte de organizarea propriu-zisă a terenului se procedează, după caz, la restructurarea folosințelor din interiorul perimetrului studiat, prin care se urmărește:

- ✓ astuparea unor forme ale eroziunii în adâncime;
- ✓ delimitarea suprafețelor care se protejează prin împădurire;
- ✓ identificarea suprafețelor cu alunecări superficiale care trebuie netezite, drenate și reînsămânțate cu ierburi, urmând să fie folosite 3 - 4 ani ca fâneață și ulterior - dacă este posibil - să fie integrate în folosința de bază;
- ✓ stabilirea drumurilor necorespunzătoare, pentru a fi desființate.

7.1.1 Stabilirea unităților teritoriale de lucru

În plantațiile viticole, unitățile teritoriale de lucru sunt: parcela, tarlaua, trupul și masivul viticol.

Parcela este unitatea teritorială cea mai mică, de bază pentru executarea manuală și/sau mecanizată a lucrărilor agrotehnice și de întreținere a plantației precum și pentru aplicarea măsurilor și lucrărilor de conservare a solului.

Forma parcelei poate fi rectangulară, trapezoidală, triunghiulară sau orice alte forme determinate de limitele obligate.

Pe terenurile în pantă, parcelele rectangulare se amplasează cu lățimea pe direcția generală a curbelor de nivel (cu care coincide, de regulă, și direcția rândurilor de viță de vie) iar lungimea parcelei este pe linia de cea mai mare pantă.

Parcela este limitată în lungul curbelor de nivel, de drumuri de exploatare iar pe lungime (deal-vale) de poteci (alei), zone de întoarcere sau zone de umbrire.

Lățimea obișnuită a parcelei (pe direcția rândurilor) este de 100 m. Această valoare este determinată de lungimea optimă de întindere a sârmei pe spalier.

Experiența și cercetarea științifică au dovedit că la 100 m lățime a parcelei și 3 m lățime a potecilor, suprafața ocupată cu alei este de 3%; micșorând lățimea parcelei la 80 m, procentul de suprafață care revine potecilor (aleilor) se majorează la 3,75 și concomitent, numărul bulumacilor de ancorare - inclusiv a

ancorelor din sârmă - cresc față de rândurile de 100 m, cu 25%. Dacă se mărește lățimea parcelei la 120 m, suprafața ocupată de alei se reduce la 2,5 %, numărul bulumacilor și a ancorelor din sârmă se micșorează cu 17 % față de lățimea parcelei de 100 m dar - în acest caz - sârmele spalierului sunt suprasolicitate, putându-se rupe, cu toate consecințele nedorite ce decurg din aceasta. În consecință, lățimea parcelei cu viță de vie se recomandă să se adopte în limitele 100 m ± 20 m.

Lungimea parcelei (deal-vale) influențează consumul de muncă la hectar. Creșterea lungimii parcelelor majorează consumul de muncă în plantație însă, la lungimea mică a acestora crește procentul suprafeței ocupate de drumuri. Pe de altă parte, majorarea pantei terenului impune restricții la alungirea parcelei pentru a se asigura protecția antierozională. De aceea, în funcție de panta versantului, se recomandă pentru lungimea parcelei cu viță de vie, valorile înscrise în tabelul 7.1.

Pentru plantațiile terasate, lungimea parcelei poate varia, în funcție de pantă, între 100 - 200 m.

Tabelul 7.1

Caracteristicile unităților teritoriale de lucru din plantațiile viticole, în funcție de panta terenului (după *Bold I.* și *Crăciun A.*)

Nr. crt.	Panta terenului (%)	Caracteristicile unităților teritoriale de lucru				
		Denumirea unităților teritoriale	Dimensiunea pe direcția amonte-aval (m)	Dimensiunea pe curba de nivel (m)	Suprafața (ha)	Forma
1	5 - 10	Tarla	300 - 500	500 - 1.000	15 - 50	Dreptunghi sau dreptunghi-trapez
		Parcelă	300 - 500	100	3 - 5	
2	10 - 20	Tarla	100 - 300	400 - 800	4 - 24	Dreptunghi sau trapez
		Parcelă	100 - 300	80 - 120	0,8 - 3,6	Dreptunghi, pătrat sau trapez
3	> 20	Tarla	150 - 80	200 - 700	1,6 - 10,5	Dreptunghi, trapez sau triunghi
		Parcelă	150 - 80	80 - 120	0,6 - 1,8	Dreptunghi, pătrat, trapez sau triunghi

Tarlaua este unitatea teritorială de bază pentru executarea mecanizată a lucrărilor în plantație. Cuprinde 3 - 8 parcele (sau chiar mai multe), în funcție de orografia terenului.

Tarlaua este mărginită pe lungime de drumuri de exploatare și/sau limite obligate iar pe lățime (deal-vale) de zone de întoarcere.

Lățimea tarlalei este egală cu lungimea parcelelor care o compun.

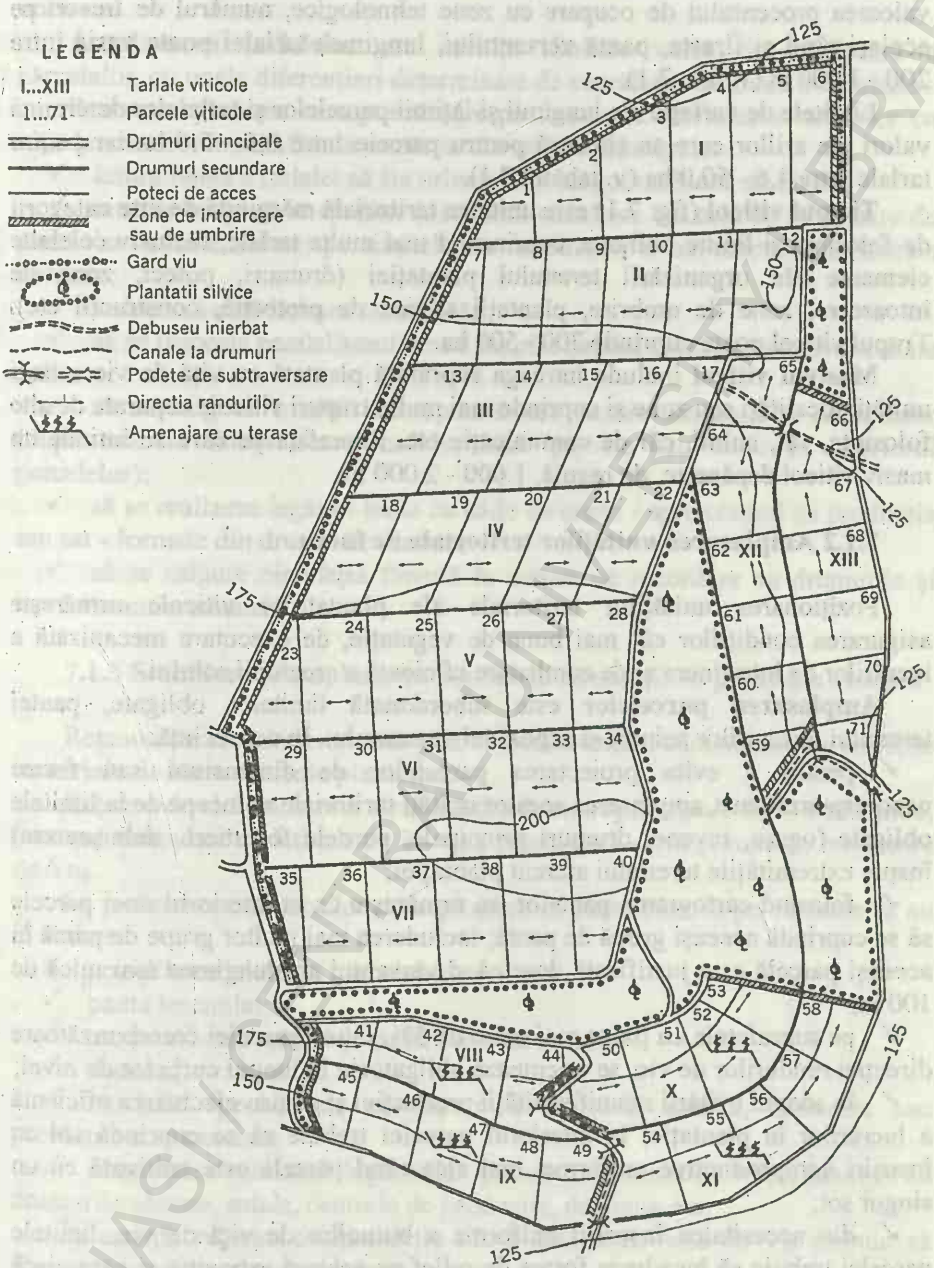


Fig. 7.1 Organizarea terenului unui trup viticol

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Considerând cheltuielile impuse de executarea lucrărilor în plantaţie, valoarea procentului de ocupare cu zone tehnologice, numărul de treceri pe acelaşi rând şi fireşte, panta versantului, lungimea tarlalei poate varia între 200 - 1.000 m (v. tab. 7.1).

Limitele de variaţie ale lungimii şi lăţimii parcelelor şi tarlalelor determină valori ale ariilor care se situează pentru parcele între 0,6 - 5,0 ha iar pentru tarlale între 1,6 - 50,0 ha (v. tabelul 7.1).

Trupul viticol (fig. 7.1) este unitatea teritorială mărginită de alte categorii de folosinţă şi limite obligate, cuprinzând mai multe tarlale, inclusiv celelalte elemente ale organizării terenului plantaţiei (drumuri, poteci, zone de întoarcere, zone de umbrire, plantaţii silvice de protecţie, construcţii etc). Trupul viticol poate cuprinde 300 - 500 ha.

Masivul viticol include întreaga suprafaţă plantată cu viţă de vie a unei unităţi, localităţi sau zone şi cuprinde mai multe trupuri viticole separate de alte folosinţe, văi, culmi, căi de comunicaţie etc. Suprafaţa pe care se întinde un masiv viticol depăşeşte, de regulă, 1.000 - 2.000 ha.

7.1.2 Amplasarea unităţilor teritoriale de lucru

Poziţionarea unităţilor teritoriale ale plantaţiilor viticole urmăreşte asigurarea condiţiilor cât mai bune de vegetaţie, de executare mecanizată a lucrărilor de întreţinere şi de combatere eficientă a eroziunii solului.

Amplasarea parcelelor este subordonată limitelor obligate, pantei terenului, însuşirilor solului şi expoziţiei versantului. În consecinţă:

- ✓ pentru a evita proiectarea parcelelor de dimensiuni sau forme necorespunzătoare, amplasarea acestor unităţi teritoriale se începe de la limitele obligate (ogaşe, ravene, drumuri principale, perdele forestiere, debuşee etc) înspre extremităţile terenului aferent plantaţiei;
- ✓ folosind cartograma pantelor, se urmăreşte ca în interiorul unei parcele să se cuprindă aceeaşi grupă de pantă; includerea mai multor grupe de pantă în aceeaşi parcelă este justificată doar când versantul are lungimea mai mică de 100 m;
- ✓ pe suprafeţele cu panta mai mare de 5%, latura parcelei corespunzătoare direcţiei rândurilor de vie, se orientează obligatoriu în lungul curbelor de nivel;
- ✓ în scopul evitării neuniformităţii producţiei şi pentru efectuarea eficientă a lucrărilor în plantaţie, în interiorul parcelei trebuie să se cuprindă sol cu însuşiri agroproductive uniforme, mai ales când parcela este cultivată cu un singur soi;
- ✓ din necesitatea însoririi uniforme a butucilor de viţă de vie, limitele parcelei trebuie să încadreze forma de relief cu aceeaşi expoziţie şi care, dacă este posibil, să fie cuprinsă în limitele de schimbare de pantă; se ţine seama că

cea mai bună însorire se asigură dacă rândurile de vie se orientează pe direcția nord-sud.

Amplasarea tarlalelor are cerințe similare celor de amplasare a parcelelor, cu unele diferențieri determinate de suprafața mai mare a tarlalelor.

Pentru amplasarea corespunzătoare pe terenurile înclinate a tarlalelor cu viță de vie trebuie satisfăcute următoarele cerințe principale:

- ✓ latura lungă a tarlalei să fie orientată în lungul curbelor de nivel;
- ✓ laturile lungi să se sprijine (dacă este cazul) pe limitele de schimbare de pantă iar laturile scurte, pe limitele de modificare a expoziției sau limitele obligate;
- ✓ tarlaua să aibă lățimea constantă;
- ✓ să se respecte paralelismul dintre laturile tarlalei și lucrările antierozionale aplicate;
- ✓ să se asigure condiții corespunzătoare pentru amenajarea debușeelor (după caz: la limita dintre tarlale, între parcele sau chiar în interiorul parcelelor);
- ✓ să se realizeze legături bune cu căile de acces - spre centrul de producție sau sat - formate din drumurile clasate;
- ✓ să se asigure circulația fluentă în zonele de racordare cu drumurile și lucrările antierozionale.

7.1.3 Stabilirea și amplasarea rețelei de circulație în plantația viticolă

Rețeaua de circulație tehnologică se proiectează concomitent cu unitățile teritoriale de lucru aferente plantației.

Rețeaua de circulație este alcătuită din drumuri principale de 5- 6 m lățime, drumuri secundare cu lățimea de 3 - 4 m, poteci de 2 - 3 m și zone de întoarcere de 6 m.

La proiectarea drumurilor de exploatare în plantațiile de pe versante se au în vedere:

- ✓ pozițiile tarlalelor și parcelelor;
- ✓ panta terenului;
- ✓ erodabilitatea solului și stabilitatea terenului;
- ✓ drumurile existente;
- ✓ lucrările speciale de combatere a eroziunii solului, existente sau prevăzute a se executa;
- ✓ necesitatea realizării legăturilor directe - în condiții convenabile - cu drumurile clasate, satele, centrele de producție, depozite etc.

În esență, rețeaua de circulație din plantația de viță de vie trebuie să răspundă următoarelor deziderate:

- ✓ să completeze rațional rețeaua drumurilor clasate din bazinul hidrografic;

BCU "LUCIAN BLAGA" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

✓ să asigure legătura unităţilor teritoriale cu centrul de producţie, satul, depozitele, centrele de prelucrare etc, pe trasee cât mai scurte;

✓ să permită executarea mecanizată a lucrărilor în vie şi să nu stânjenească amplasamentul lucrărilor antierozionale speciale;

✓ să aibă traseele pe terenuri stabile şi fără exces periodic de umiditate;

✓ să permită un trafic fluent, inclusiv în perioadele de vârf de campanie;

✓ să scoată din circuitul productiv o suprafaţă cât mai mică de teren (< 4%).

Traseele drumurilor se aleg, urmărind satisfacerea cerinţelor generale cu investiţii cât mai mici. Calculul economic privind traseul optim, densitatea drumurilor şi tipul de consolidare se efectuează în funcţie de traficul zilnic brut în cursul perioadei de vârf (cu durata minimă de 30 zile) dintr-un sezon de vegetaţie. Pentru a putea alege traseul optim, se calculează mai multe variante de traseu. Formula de calcul a traficului zilnic brut (T_{zb}, în tone) este:

$$T_{zb} = M_z + 2\frac{M_z}{S_u}M_p \qquad (7.1)$$

în care:

M_z este masa încărcăturilor transportate într-o zi din perioada de vârf, în tone;

S_u - sarcina utilă a unui mijloc de transport, în tone;

M_p - masa proprie a mijlocului de transport, în tone.

Drumurile tehnologice din plantaţiile viticole situate pe terenuri în pantă se împart, în funcţie de amplasament şi rol funcţional în: drumuri de culme (de platou), drumuri la baza versantelor, drumuri în lungul curbelor de nivel, drumuri de legătură pe versant din deal în vale.

Drumurile de culme se trasează pe linia de separaţie a apelor de suprafaţă sau în apropierea acesteia, nu se prevăd cu şanţuri marginale, au platforma carosabilă bombată şi sunt, de regulă, drumuri principale care fac legătura cu drumurile clasate şi sediile de fermă, depozite, centre de prelucrare etc.

Drumurile de la baza versantelor (*„de vale”*) se proiectează pe una sau pe ambele părţi ale văii. Dacă valea poate fi traversată cu piciorul, se execută drum numai pe o singură parte a văii şi anume pe partea cu panta versantului mai mică, cu mai puţine traversări de afluenţi şi cu terenul mai uscat. Platforma drumului *„de vale”* trebuie să se afle cu 60 - 80 cm deasupra nivelului maxim al apei de viitură.

Drumurile în lungul curbelor de nivel sunt, de regulă, drumuri secundare. Ele limitează tarlalele pe laturile lungi, sunt prevăzute în partea amonte cu şanţ marginal iar în aval cu taluz înierbat; se recomandă ca abaterea traseelor drumurilor de la direcţia riguroasă a curbelor de nivel să nu depăşească 3 - 5%.

Drumurile de legătură „deal - vale" sunt drumuri principale, au traseul dependent de pantă, în aşa fel ca pe tronsoanele în linie dreaptă - de cel mult 100 ÷ 150 m - panta să nu depăşească 8 - 10%. Când panta versantului este mai mare de 10%, aceste drumuri de trasează *„în diagonală"*, *„în zig-zag"* sau *„în serpentină"* pentru încadrarea în limita de pantă admisă.

Distanţa dintre două astfel de drumuri este egală cu lungimea tarlalelor.

Drumurile *„în serpentină"* se prevăd cu şanţuri marginale numai pe latura dinspre amonte şi de aceea în curbe, platforma drumului este subtraversată de podeţe tubulare. Pentru buna circulaţie a agregatelor agricole, platforma drumului în curbe este supralărgită şi înclinată cu circa 6 % în interiorul curbei. Pentru evitarea concentrării scurgerii în lungul drumului, pe tronsoanele în linie dreaptă platforma se execută bombată, cu panta transversală de 2 %.

Potecile (aleile) limitează parcelele pe lungime, se proiectează pe linia de cea mai mare pantă, au lăţimea de 2 m (3 m), se menţin înierbate şi se folosesc, de regulă, pentru circulaţia cu piciorul. Potecile dintre două parcele vecine nu trebuie să se afle pe aceeaşi linie de cea mai mare pantă; în cadrul tarlalelor terasate, se terasează şi potecile.

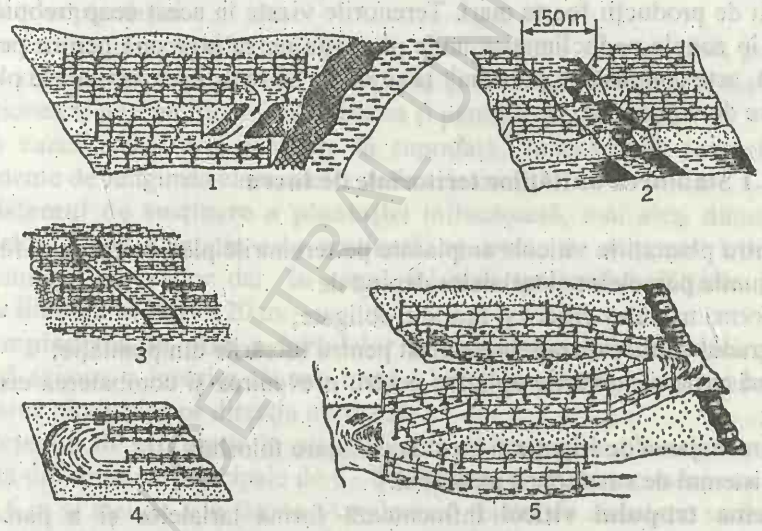


Fig. 7.2 Modalităţi de trecere a agregatelor de lucru de pe o terasă pe alta (după *Marinescu A.* şi *Mihalache L.*)

1 - trecerea de pe o terasă pe alta când la capetele parcelei nu se pot amenaja locuri pentru întoarceri şi când înălţimea taluzului este mare; 2 - terasarea potecilor uşurează trecerea tractorului de pe o parcelă pe alta, 3 - pentru a avea continuitate în lucru, întoarcerea utilajelor se face chiar pe terasă; 4 - trecerea de pe o terasă pe alta pe la capătul unei tarlale; 5 - trecerea de pe o terasă pe alta prin înclinarea la capete a platformei de pe două terase şi aducerea lor la aceeaşi înălţime.

Zonele de întoarcere sunt fâşii de câte 6 m lăţime care limitează spre exterior parcelele marginale tarlalelor şi pe care agregatele de lucru întorc, schimbându-şi sensul de parcurs.

Rampele de acces, cu panta de 1/3 - 1/4, se proiectează în plantaţiile terasate pentru a facilita trecerea agregatelor de lucru şi a vehiculelor de pe drum în parcele şi invers precum şi de pe o terasă pe alta (fig. 7.2).

Zonele de umbrire (**de influenţă**) se prevăd la limita plantaţiei, cu vegetaţia forestieră. Lăţimea acestor zone variază în funcţie de poziţia faţă de punctele cardinale şi de speciile din plantaţia forestieră limitrofă. Cea mai mare lăţime (6 m) se asigură pentru zonele situate către partea nordică şi cea mai mică (3 m) pentru cele dinspre sud.

Pe terenurile cu panta mică (5 - 10%), zonele de umbrire pot fi folosite şi ca zone de întoarcere sau chiar ca drumuri de exploatare.

7.2 Organizarea terenului cu panta mai mică de 5%, destinat plantaţiilor viticole

Pe terenurile plan-orizontale se amplasează plantaţii viticole în scopul obţinerii de producţii foarte mari. Terenurile vizate în acest scop trebuie să se situeze în zonele pedoclimatice unde plantaţia nu se îngroapă pentru perioada de iarnă, este condusă cu port înalt şi se irigă. Se realizează aşa-zisele plantaţii intensive de viţă de vie.

7.2.1 Stabilirea unităţilor teritoriale de lucru

Pentru plantaţiile viticole amplasate pe terenurile plan-orizontale, forma şi dimensiunile parcelelor şi tarlalelor depind de:

- ✓ forma trupului viticol şi limitele obligate;
- ✓ gradul de mecanizare preconizat pentru lucrările din plantaţie;
- ✓ măsurile şi lucrările aplicate pentru prevenirea şi combaterea eroziunii eoliene;
- ✓ amenajarea de irigaţie şi metoda de udare folosită;
- ✓ sistemul de susţinere a plantaţiei.

Forma trupului viticol influenţează forma tarlalelor şi a parcelelor. Trupurile viticole cu conturul neregulat determină ca o parte din tarlale şi mai ales din parcele să aibă forma neregulate. Perimetrele rombice impun pentru tarlale şi parcele forme rombice şi/sau paralelogramice. Trupurile trapezoidale permit proiectarea tarlalelor dreptunghiulare şi trapezoidale.

Trupurile mari oferă posibilitatea proiectării tarlalelor şi parcelelor mari, cu repercusiuni favorabile în folosirea mijloacelor mecanizate.

Gradul de mecanizare pe terenurile plan-orizontale este superior celui de pe suprafețele înclinate. În consecință, lungimea tarlalelor se adoptă de circa 1.000 m iar lățimea acestora (perpendiculară pe direcția rândului) de 500 m. Desigur, limitele obligate pot impune și lățimea mai mică de 500 m pentru tarlale. Este recomandabil să se asigure paralelismul laturilor lungi ale tarlalelor, cu rândurile de vie, unele lucrări hidrotehnice sau de combatere a eroziunii eoliene.

Prevenirea și combaterea eroziunii eoliene presupune - între altele - înființarea perdelelor forestiere de protecție și folosirea irigației pentru completarea necesarului de apă în sol și mărirea coeziunii dintre particulele nisipoase.

Perdelele forestiere influențează, pe lângă viteza vântului și dimensiunile tarlalelor și parcelelor, care se încadrează între ele. De aceea, se recomandă ca între perdelele principale să se adopte distanța de 200 - 300 m iar între perdelele secundare 800 - 1000 m. În astfel de condiții, pe nisipuri, tarlalele pot fi de 16 - 30 ha iar parcelele - în situația susținerii plantației pe spalier - de 2 - 3 ha.

Tipul de amenajare pentru irigații și metoda de udare preconizată influențează stabilirea unităților teritoriale ale plantației, în măsura în care elementele schemei hidrotehnice diferă față de factorii care condiționează organizarea plantației.

Amenajarea cu conducte îngropate sub presiune care au fost pozate în funcție de limitele obligate ale teritoriului și folosirea udării prin aspersiune, condiționează nesemnificativ tarlalizarea și parcelarea plantației.

În cazul udării prin scurgere la suprafață, dimensiunile tarlalelor sunt dependente de lungimea elementelor active de udare.

Sistemul de susținere a plantației influențează, mai ales, dimensiunile parcelelor. Dacă plantația este susținută pe araci, nu sunt restricții pentru dimensiunile parcelelor dar, în cazul folosirii spalierului, lățimea parcelei trebuie limitată la 100 - 120 m.

Amplasarea în plan a tarlalelor și parcelelor trebuie astfel realizată încât să asigure o însorire cât mai bună a butucilor de vie. Cea mai bună este orientarea rândurilor pe direcția nord-sud.

Rețeaua de circulație în plantațiile de pe terenurile plan-orizontale este formată din drumuri principale de 6 - 8 m lățime, drumuri secundare cu lățimea de 4 - 6 m și alei de 3 m lățime. Amplasarea rețelei de circulație se face după aceleași reguli generale ca în cazul terenurilor înclinate.

BCU IASI

VIII. ORGANIZAREA TERENULUI PENTRU PLANTAȚIILE POMICOLE

8.1 Organizarea terenului cu panta mai mare de 5%, destinat plantațiilor pomicole
8.2 Organizarea terenului plan-orizontal, destinat plantațiilor pomicole

---

Organizarea terenului destinat plantațiilor pomicole are ca scop:

- ✓ asigurarea condițiilor optime de vegetație pentru pomi;
- ✓ crearea facilităților pentru un grad înalt de mecanizare a lucrărilor de întreținere în plantație;
- ✓ creșterea productivității muncii la recoltarea, manipularea și transportul fructelor;
- ✓ reducerea cheltuielilor de producție.

8.1 Organizarea terenului cu panta mai mare de 5%, destinat plantațiilor pomicole

Principalele probleme care trebuie rezolvate la organizarea terenului în pantă destinat plantării pomilor sunt:

- ✓ stabilirea unităților teritoriale de lucru și
- ✓ proiectarea rețelei de circulație.

Forma și dimensiunile unităților teritoriale de lucru depind de micro și mezorelieful versantului, lungimea versantului, mărimea și forma trupului, gradul de mecanizare etc.

8.1.1 Cerințele generale ale proiectării tarlalelor în livezi

Tarlaua din plantațiile pomicole de pe terenurile în pantă este, ca și la vița de vie, unitatea de lucru cu mijloace mecanizate, cu tracțiune animală sau manuală, având lungimea (în lungul curbelor de nivel) adecvată asigurării unui randament de lucru cât mai bun. În unele cazuri, tarlaua este divizată în parcele.

Amplasarea și dimensionarea tarlalelor în livezile de pe versante se realizează avându-se în vedere câteva criterii generale:

- ✓ tarlalele trebuie astfel amplasate încât să cuprindă în interiorul lor aceeași grupă de pantă și aceeași expoziție;

BCU "VASILE GOLDIȘ" UNIVERSITY LIBRARY

✓ pe coastele fragmentate de ogaşe şi ravene, tarlalele se proiectează cu dimensiuni mici (2 - 5 ha) iar pe versantele uniforme şi fără eroziune în adâncime, suprafaţa acestora poate fi mai mare (8 - 10 ha);

✓ cu cât lungimea versantului este mai mare, cu atât poate fi majorată şi lăţimea tarlalelor, fără a depăşi 300 m;

✓ lungimea tarlalei se adoptă - dacă este posibil - la valoarea care asigură cele mai avantajoase condiţii pentru executarea mecanizată a lucrărilor în livadă;

✓ când tarlalele sunt terasate sau sunt echipate cu alte lucrări antierozionale, trebuie să se asigure paralelismul între laturile lungi ale tarlalei, lucrările antierozionale şi rândurile de pomi;

✓ întrucât tarlalele din livezi se cultivă cu o singură specie sau cu specii care pretind aceeaşi agrotehnică şi aceleaşi distanţe de plantare, este necesar ca în interiorul lor să se cuprindă sol cu însuşiri cât mai omogene;

✓ amplasamentul unei tarlale trebuie să permită cel mai scurt traseu până la principalele căi de comunicaţie (acces);

✓ laturile tarlalei trebuie să se sprijine pe limite obligate (hotare, ravene, drumuri clasate, livezi etc) - dacă acestea există - întrucât majoritatea lucrărilor de întreţinere în livadă se execută mecanizat.

Sintetizând cele de mai sus, rezultă că amplasamentul tarlalelor din plantaţiile pomicole trebuie să răspundă cât mai bine cerinţelor de mecanizare, de creştere şi dezvoltare optimă a pomilor, de frânare a eroziunii solului şi de introducere a irigaţiei (dacă este cazul).

8.1.2 Stabilirea parcelelor şi tarlalelor pentru plantaţiile de măr şi păr

Parcela este - ca şi la viţa de vie - cea mai mică unitate teritorială a plantaţiei. Este limitată pe direcţia rândurilor de drumuri de exploatare iar perpendicular pe direcţia rândurilor, de poteci (alei) şi zone de întoarcere sau drumuri de exploatare.

Lăţimea parcelei (pe direcţia rândurilor) este, în medie de 200 m, în care caz, suprafaţa ocupată de alei reprezintă 1,5 %. Lăţimea de 2 ori mai mare decât la viţa de vie se datoreşte faptului că pomii sunt mai bine lignificaţi decât viţa de vie şi în plus, în primii ani după plantare, sârmele spalierului sunt puţin solicitate, lipsind recolta sau fiind mică iar mai târziu, coroanele pomilor vecini se întrepătrund şi se susţin reciproc, degrevând o bună parte din sarcina care ar reveni sârmelor. La lungimea mai mare de 200 m, suprasolicitarea sârmelor spalierului provoacă frecvente ruperi ale acestora şi de aceea majorarea lăţimii parcelei peste 200 m nu este raţională.

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Reducerea lăţimii parcelei la 160 m are drept consecinţe: creşterea numărului de bulumaci de ancorare şi a ancorelor, cu 20 % şi respectiv 25 % iar suprafaţa ocupată cu alei se majorează, aproximativ în aceeaşi proporţie.

Lungimea parcelei este dependentă de modalitatea de transport a merelor recoltate.

Dacă transportul merelor se face în containere, cu ajutorul tractorului şi a furcii hidraulice, lungimea parcelei (deal-vale) influenţează nesemnificativ consumul de muncă întrucât containerele se scot la marginea tarlalei, de unde se încarcă cu motostivuitorul în platforme.

Tabelul 8.1

Aprecierea lungimii tarlalelor la plantaţiile de măr şi păr în sistemele de plantare intensiv şi superintensiv (după *Bold I.* şi *Crăciun A.*, 1999)

Lungimea tarlalei (m)	Consumul de muncă (ore/ha)	Consumul de combustibil (l/ha)	Ocuparea cu zone tehnologice (%)	Treceri pe acelaşi rând (m/ha)	Aprecierea lungimii tarlalelor
a. Intensiv					
150	26,6	158,0	9,0	33,3	Nerecomandabil
250	25,2	153,1	8,0	34,2	
300	**24,5**	**153,0**	**5,0**	**35,3**	**Optim**
500	24,3	154,5	3,3	37,6	
600	24,5	155,5	3,0	38,5	Acceptabil
800	25,1	159,3	2,6	40,8	
900	25,8	163,1	2,3	42,8	Nerecomandabil
1500	28,3	167,0	2,0	49,3	
b. Superintensiv					
150	31,6	185,8	8,0	34,2	Nerecomandabil
250	30,4	182,9	6,0	35,3	
300	**29,5**	**179,7**	**4,8**	**35,4**	**Optim**
500	29,4	182,5	3,3	38,5	
600	29,7	184,5	3,0	39,6	Acceptabil
800	30,6	189,8	2,6	42,5	
900	31,6	194,8	2,6	44,8	Nerecomandabil
1500	36,7	221,3	2,0	56,4	

Când plantaţia este terasată şi recolta se transportă în lădiţe, de la parcelă pe alei, la marginea drumului - paralel cu direcţia rândurilor - lungimea parcelei influenţează mult consumul de forţă de muncă şi anume: pentru fiecare 100 m de majorare a lungimii parcelei, consumul de muncă se măreşte cu 10,5 ore/ha la sistemul intensiv şi cu 15,8 ore/ha la sistemul superintensiv.

În consecință, se recomandă scoaterea recoltei la marginea tarlalei, în containere, cu ajutorul tractorului echipat cu furcă hidraulică. În aceste condiții, lungimea parcelei nu interesează, însă contează lungimea tarlalei întrucât recolta trebuie adusă la capetele acesteia pentru a fi încărcată în platforme.

Lungimea parcelei este un parametru nerestrictiv şi în cazul plantațiilor fără spalier, neterasate.

Tarlaua, în plantațiile de măr poate avea două sau mai multe parcele şi se încadrează, ca şi la vița de vie, între limitele a două zone de întoarcere (în unele cazuri fiind şi zone de umbrire) de câte 6 m şi două drumuri de exploatare, cu lățimea de 4 - 5 m.

Pentru sistemul intensiv de cultivare a mărului şi părului, lungimea optimă a tarlalei se apreciază între 300 - 500 m iar la sistemul superintensiv, lungimea cu indicatorii cei mai favorabili este între 250 - 450 m (tab. 8.1).

8.1.3 Stabilirea parcelelor şi tarlalelor în plantațiile de prun

Prunul se recomandă să se cultive în sistem intensiv, cu distanța între rânduri de 5 m.

Întrucât la plantațiile intensive de prun nu se foloseşte spalierul sau alte sisteme de susținere, nu este obligatorie o anumită dimensiune a lățimii parcelei (pe direcția curbelor de nivel) şi din acest motiv, de regulă, *parcela* este şi *tarlaua*. La cultivarea prunului în sistem intensiv, lungimea optimă a tarlalei se consideră în intervalul 600 - 800 m (tab. 8.2).

Tabelul 8.2

Aprecierea lungimii tarlalelor la plantațiile de prun în sistem intensiv (după *Bold I.* şi *Crăciun A.*, 1999)

Lungimea tarlalei (m)	Consumul de muncă (ore/ha)	Consumul de combustibil (l/ha)	Ocuparea cu zone tehnologice (%)	Treceri pe acelaşi rând (m/ha)	Aprecierea lungimii tarlalelor
150	22,4	122,9	12,5	33,4	Nerecomandabil
250	20,6	117,4	4,8	34,0	
300	19,8	114,9	4,0	33,5	Acceptabil
500	19,3	114,0	2,4	35,8	
600	**19,0**	**113,9**	**2,0**	**34,8**	**Optim**
800	19,1	114,9	1,2	36,7	
900	19,5	116,3	1,1	37,6	Acceptabil
1500	20,5	117,2	0,8	30,5	

BCU "ION CREANGĂ" UNIVERSITY LIBRARY

8.1.4 Stabilirea şi amplasarea reţelei de circulaţie

În livezile de pe versante, reţeaua tehnologică de circulaţie cuprinde **drumuri principale** cu lăţimea de 5 - 6 m şi **drumuri secundare** de 3 - 4 m.

Dacă panta terenului este mai mică de 10%, traseele drumurilor se aleg astfel ca să se asigure condiţiile cele mai bune de organizare şi amenajare a plantaţiei.

Pe terenurile cu panta mai mare de 10%, drumurile care limitează tarlalele pe lungime urmăresc curbele de nivel. Dependentă de panta versantului, distanţa dintre drumurile paralele cu traseul curbelor de nivel este egală cu lăţimea tarlalelor şi se poate diferenţia astfel:

- ✓ pentru panta cuprinsă între 5% şi 20% distanţa dintre drumuri poate fi de la 300 m până la 100 m;
- ✓ pentru panta mai mare de 20%, distanţa dintre drumuri se adoptă în limitele 100 - 70 m.

Drumurile „*deal-vale*" se trasează pe la capetele tarlalelor, pe linia de cea mai mare pantă „*în diagonală*" sau „*în serpentină*", asigurând pe tronsoanele în linie dreaptă, panta maximă de 8 - 10 %.

În funcţie de erodabilitatea solului, tronsoanele în linie dreaptă nu trebuie să fie mai lungi de 100 - 150 m iar raza de curbură, la schimbarea de direcţie, să fie cuprinsă între 15 - 150 m.

Unde nu sunt necesare sau unde nu se pot înfiinţa drumuri (suprafeţe foarte accidentate) se proiectează *poteci* şi în plantaţiile pomicole. Potecile din livezi au lăţimea egală cu intervalul dintre rândurile de pomi, se menţin înierbate şi nu se supun circulaţiei cu vehicule atunci când sunt amplasate pe panta mai mare de 10 %.

Zonele de întoarcere se prevăd numai în cazul livezilor de pe terenurile înclinate cu drumuri terasate, care nu pot fi folosite la întoarcerea agregatelor, sau când tarlaua este limitată de ogaşe (ravene) precum şi în cazul distanţei de plantare mai mică de 10 m. Zonele de întoarcere se proiectează cu lăţimea de 10 m. Când terenul permite, zonele de întoarcere se pot folosi şi ca drumuri.

În plantaţiile de pomi în care nu se proiectează zone de întoarcere a agregatelor de lucru, la pichetarea tarlalelor se prevede între ele o lăţime egală cu jumătatea distanţei de plantare.

Zonele de umbrire se proiectează la limita cu vegetaţia forestieră şi au lăţimea de 4 - 6 m, în funcţie de expoziţie.

8.2 Organizarea terenului plan-orizontal, destinat plantaţiilor pomicole

Pe terenurile cu panta mai mică de 5 % se proiectează plantaţii pomicole, de regulă, în sistemul de cultivare intensiv (soiuri valoroase, portaltoi vegetativi, densitate mare, irigaţie etc) încât tarlalele se fragmentează în parcele.

BCU ARAD TRANSILVANIA UNIVERSITY LIBRARY

Ca şi în cazul terenului în pantă, succesiunea lucrărilor de organizare este:

- ✓ stabilirea dimensiunilor şi formei tarlalelor;
- ✓ proiectarea reţelei de circulaţie;
- ✓ trasarea zonelor de întoarcere şi de umbrire.

Dimensiunile şi forma tarlalelor sunt dependente de:

- ✓ forma, mărimea şi limitele obligate ale trupului pomicol;
- ✓ asigurarea executării mecanizate a lucrărilor de întreţinere;
- ✓ necesitatea frânării eroziunii eoliene;
- ✓ sistemul de cultivare şi susţinere;
- ✓ particularităţile amenajării şi metodei de irigaţie preconizate.

Forma perimetrului trupului pomicol (dreptunghiulară, rombică, paralelogramică, trapezoidală) impune proiectarea tarlalelor de aceeaşi formă. De asemenea, limitele obligate influenţează, în mare măsură, forma tarlalelor care trebuie să se sprijine cu laturile pe aceste trasee.

Întrucât în plantaţiile pomicole de pe terenurile orizontale, mecanizarea lucrărilor de întreţinere este obligatorie, tarlalele trebuie să aibă lungimea de 500 - 1.000 m care, la lăţimea medie de 500 m asigură pentru unitatea de lucru aria de 25 - 50 ha.

Pe terenurile nisipoase, pe care plantaţiile pomicole se pot dezvolta profitabil, tarlalele se proiectează între perdelele forestiere de protecţie.

Tipul de amenajare (cu canale, cu conducte sub presiune) ca şi metoda de udare preconizată (aspersiune, localizată, scurgere la suprafaţă) influenţează forma şi dimensiunile tarlalelor.

În cazul tarlalelor divizate în parcele, sârmele spalierului pot avea lungimea de 150 - 200 m, rezultând pentru parcele, aria de 7,5 - 10 ha iar pentru tarlale 40 -50 ha, atât cât reprezintă suprafaţa pentru o echipă de lucru.

Indiferent de sistemul de cultivare (clasic, intensiv, superintensiv) tarlalele trebuie să aibă amplasamentul care să permită orientarea rândurilor pe direcţia N-S pentru a se asigura pomilor o bună însorire.

Reţeaua de circulaţie din plantaţiile pomicole de pe terenurile plan-orizontale este formată din drumuri principale de 6 - 8 m lăţime şi drumuri secundare de 4 - 6 m. Pentru delimitarea parcelelor (în cazul plantaţiilor intensive) se folosesc alei cu lăţimea de 3 m.

Între limitele tarlalelor - perpendicular pe direcţia rândurilor - şi obstacolele reprezentând: hotare, căi de comunicaţie, ogaşe, ravene etc se prevăd zone de întoarcere de 6 - 8 m lăţime.

La marginea pădurilor sau a perdelelor de protecţie se proiectează şi zone de umbrire care, în funcţie de poziţia faţă de punctele cardinale, au lăţimea de 4 - 6 m. Uneori, zonele de umbrire pot servi şi ca zone de întoarcere.

BCU Cluj / UNIVERSITY LIBRARY

IX. ORGANIZAREA TERENULUI PĂŞUNILOR

9.1 Unităţile teritoriale de exploatare a pajiştilor
9.2 Amplasarea drumurilor şi hăţaşurilor necesare ciclului pastoral

Pentru pajişti (păşuni şi fâneţe) se repartizează, în general, terenul care nu poate fi arat din cauza reliefului, a solului, a excesului de umiditate, a proceselor de eroziune şi alunecări, sau care - în mod natural - asigură producţii mari de masă verde sau fân.

Cele mai potrivite dar şi frecvent repartizate terenuri pentru păşuni sau fâneţe naturale sunt luncile inundabile ale râurilor, terenurile cu apa freatică aproape de suprafaţă, terenurile sărături oase şi cele care din cauza pantei mari, nu se pot ara.

Fâneţele se proiectează pe terenurile depărtate de fermă, pe care nu se poate practica păşunatul din lipsă de adăpătoare sau adăposturi pentru animale.

În vederea menţinerii unui echilibru floristic convenabil şi a unui potenţial de producţie ridicat, se recomandă exploatarea alternativă păşune - fâneaţă, folosindu-se în acest scop parcelele de rezervă care se proiectează la organizarea oricărei păşuni.

În ultima vreme se sugerează folosirea la păşunat a pajiştilor temporare (semănate, cultivate). Germanii, austriecii, elveţienii ş. a. sunt pentru ameliorarea şi folosirea păşunilor permanente, pe când englezii, francezii, suedezii susţin necesitatea extinderii pajiştilor provizorii.

În România, *Pop M.* apreciază că prin metode radicale - desţelenit, fertilizat, semănat - se pot îmbunătăţi pajiştile eliberate de vegetaţia lemnoasă, pajiştile permanente din zona forestieră cu mestecănişuri, făgete, molidişuri etc şi pajiştile având acoperirea cu muşuroaie în proporţie mai mare de 50 %.

Pe terenurile în pantă - unde este prezentă eroziunea, pe terenurile cu soluri subţiri, pietroase precum şi pe terenurile cu apa freatică la mică adâncime, aplicarea măsurilor de îmbunătăţire radicală a pajiştilor trebuie făcută cu precauţie.

Zonalitatea orofitoclimatică a pajiştilor de pe teritoriul României determină - în condiţii normale de întreţinere şi fertilizare - producţii diferenţiate de masă verde, după cum urmează:

- ✓ 22 - 24 t/ha în lunci, terase, platouri joase;
- ✓ 18 - 20 t/ha în zona pădurilor de fag şi molid;
- ✓ 15 - 16 t/ha în zona dealurilor şi colinelor înalte;
- ✓ 8 - 10 t/ha pe golurile montane.

Pe de altă parte, există diferenţieri şi în ce priveşte evoluţia producţiei pajiştilor în perioada de vegetaţie (tab. 9.1).

BCU

Tabelul 9.1

Valoarea procentuală a producției păşunilor în perioada de vegetație, pe zone naturale de relief (după *Bold I.* şi *Crăciun A.*, 1999)

Zona naturală	Masa verde, în % din producția totală						
	Aprilie	Mai	Iunie	Iulie	August	Septembrie	Octombrie
Lunci, terase, platouri joase	-	35	22	17	17	9	-
Dealuri, coline înalte	-	50	33	12	3	2	-
Munte	-	-	60	25	13	2	-

În consecință, la unitatea de suprafață de păşunat, efectivul de animale din aceeaşi grupă se diferențiază în funcție de zonă şi intervalul de timp din sezonul de vegetație, când se păşunează.

9.1 Unitățile teritoriale de exploatare a pajiştilor

Unitățile teritoriale de exploatare a pajiştilor sunt unitatea de exploatare şi parcela de păşunat.

Unitatea de exploatare este suprafața de păşune care asigură cantitatea de masă verde - inclusiv rezerva necesară - pentru efectivul optim de animale pe întreg sezonul de păşunat.

Efectivele optime repezintă grupe de animale pentru care se pot desfăşura, în cele mai bune condiții, activitățile de conducere a fermei şi de întreținere a animalelor.

Pentru realizarea efectivelor optime se recomandă:

- ✓ 100 - 200 capete la vaci pentru lapte şi juninci precum şi la viței înțărcați;
- ✓ 150 - 200 capete la tineret taurin;
- ✓ 300 - 600 capete la ovine;
- ✓ 500 - 800 capete la tineret ovin.

Rezerva de iarbă verde (aproximativ 10 - 15 % din cantitatea totală necesară) se prevede pentru a doua jumătate a verii, când se înregistrează micşorarea producției.

Unitatea de exploatare poate cuprinde:

- ✓ o parte a unui trup de păşune, când suprafața cu păşune depăşeşte cu mult aria necesară unei unități de exploatare;
- ✓ un singur trup de păşune, aflat independent, când aria acestuia este egală sau se diferențiază puțin de aria unității de exploatare; dacă aria trupului de păşune este diferită de cea corespunzătoare unității de exploatare, se ajustează numărul de animale la aria existentă;

✓ mai multe trupuri de păşune, situate între ele la depărtare mai mică de 5 - 6 km (pentru sterpe sau tineret) şi de 1 - 2 km (în cazul vacilor pentru lapte sau a materialului de prăsilă).

Parcela de păşunat este parte din unitatea de exploatare, reprezentând suprafaţa cu păşune care asigură - prin rotaţie - necesarul de masă verde pentru efectivul optim de animale, pe timp limitat, astfel ca între ciclurile de păşunat din cadrul unui sezon, covorul ierbos să se poată regenera.

Numărul de animale - exprimat în unităţi vită mare (U.V.M.) - care pot păşuna într-un sezon, 1 ha de păşune - fără să degradeze covorul ierbos - reprezintă *norma de încărcare cu animale a păşunii* (N_i).

$$N_i = \frac{P}{R \cdot D_p} \tag{9.1}$$

în care:

P este producţia de masă verde a păşunii (kg/ha);
R - raţia zilnică pentru o unitate vită mare (U.V.M.), în kg;
D_p - durata de păşunat neîntrerupt (5 - 8 zile).

Aria unei parcele de păşunat se poate calcula cu relaţia:

$$S = \frac{R \cdot N_a \cdot D_p}{P} = \frac{N_a}{N_i} \tag{9.2}$$

în care:

S este aria parcelei de păşunat, în hectare;
N_a - numărul de animale (exprimat în U.V.M.) din grupă (turmă);

La aprecierea producţiei de masă verde a păşunii (P), se are în vedere coeficientul de consumabilitate al păşunii (tab. 9.2).

Tabelul 9.2

Valorile coeficientului de consumabilitate pe diferite categorii de păşuni (după *Bold I.* şi *Crăciun A.*, 1999)

Categoriile de păşuni	Coeficientul de consumabilitate
Păşuni umede, mocirloase	0,25
Păşuni de şes, uscate	0,50
Păşuni semiumede de pădure	0,65
Păşuni inundabile	0,75
Păşuni de lunci şi văi	0,90

Numărul parcelelor de păşunat dintr-o unitate de exploatare se stabileşte cu relaţia:

BCU IASI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$N_p = \frac{D_r}{D_p} + p_r \qquad (9.3)$$

în care:

N_p este numărul parcelelor de păşunat dintr-o unitate de exploatare;
D_r - durata de refacere a păşunii (25 - 40 zile);
D_p - durata de păşunat neîntrerupt (5 - 8 zile);
p_r - numărul parcelelor de rezervă.

Forma parcelei de păşunat este de dorit să fie dreptunghiulară dar, având în vedere diversitatea condiţiilor de relief, gradul de fragmentare a pajiştilor, limitele obligate, categoriile diverse de vegetaţie etc, se admit şi forme neregulate (fig. 9.1).

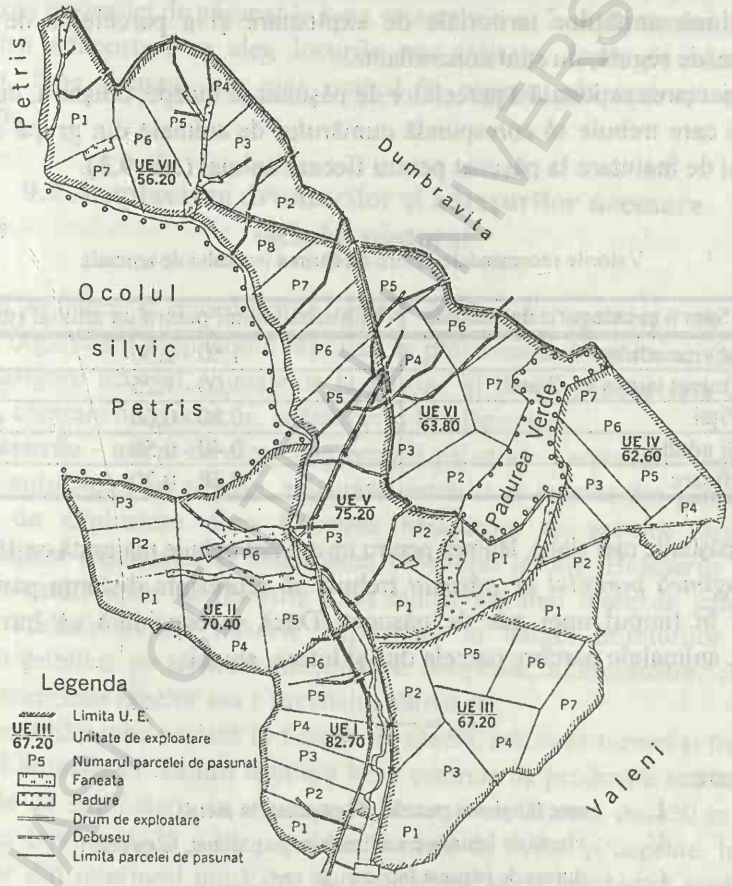


Fig. 9.1 Organizarea terenului unei pajişti naturale

BCU IAŞI CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

Trebuie evitate formele alungite şi înguste sau cu latura lungă învecinată terenurilor care impun o protecţie deosebită împotriva pătrunderii animalelor (culturi agricole, plantaţii viti-pomicole, pepiniere, grădini de legume etc), formele cu treceri peste terenuri degradate, drumuri publice, căi ferate, râuri mari, abrupturi sau linii de ruptură ş. a., acestea fiind acceptate doar ca limite ale unităţilor de exploatare.

Este necesar ca în cuprinsul unei parcele de păşunat să existe covor ierbos cât mai uniform sub aspect calitativ, astfel ca valorificarea unităţii de exploatare să se facă raţional prin repartizarea anumitor specii şi grupe de animale (vaci pentru lapte, tineret taurin, sterpe, ovine etc).

Cerinţele impuse de limitele obligate şi cele privind calitatea şi uniformitatea covorului ierbos trebuie considerate şi analizate cât mai judicios la stabilirea unităţilor teritoriale de exploatare şi a parcelelor de păşunat deoarece, de regulă, nu sunt concordante.

Proiectarea raţională a parcelelor de păşunat se începe, obişnuit, cu *lăţimea parcelei* care trebuie să corespundă numărului de animale din grupă şi lăţimii frontului de înaintare la păşunat pentru fiecare animal (tab. 9.3).

Tabelul 9.3

Valorile recomandate pentru alcătuirea frontului de animale

Specii şi categorii de animale	Valoarea lăţimii pentru un animal (m)
Bovine adulte	1,50 - 2,00
Tineret taurin 1 - 2 ani	1,00 - 1,25
Viţei	0,50 - 0,60
Oi adulte	0,40 - 0,50
Mioare	0,20 - 0,30

La păşunile mai slabe, lăţimea pentru un animal trebuie majorată cu 10 - 30%.

Lungimea parcelei de păşunat trebuie să reprezinte distanţa parcursă de animale în timpul unei zile de păşunat. Dacă se consideră că într-o zi de păşunat, animalele parcurg parcela dus şi întors, atunci:

$$L_p = \frac{V \cdot t}{2} \qquad (9.4)$$

în care:

L_p - este lungimea parcelei de păşunat, în metri;
V - viteza de înaintare a animalelor la păşunat, în m/oră;
t - durata de păşunat într-o zi, în ore.

În general, este bine dacă lungimea parcelei reprezintă dublul lăţimii acesteia.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Amplasarea pe teren a parcelelor trebuie făcută avându-se în vedere:

- ✓ poziția cât mai avantajoasă pentru adăpat, muls și repaus;
- ✓ orientarea - în cazul terenurilor înclinate - cu latura lungă pe linia de cea mai mare pantă, sau oblic față de curbele de nivel (dacă panta este foarte mare) pentru evitarea distrugerii covorului ierbos și a stratului fertil al solului prin formarea potecilor în lungul curbelor de nivel datorită deplasării animalelor pe această direcție;
- ✓ subordonarea poziției parcelei, limitelor obligate naturale (liziere, ravene, văi, culmi etc) sau create de om (asolamente de câmp, șosele, căi ferate, lacuri de acumulare etc);
- ✓ includerea în cuprinsul parcelei a unui covor ierbos cât mai uniform.

Prezența adăposturilor (tabere de vară, saivane) la locul de păşunat permite prelungirea perioadei de păşunat în luna septembrie cu 2- 3 săptămâni.

Pentru adăposturi se aleg locurile mai ridicate, ferite de vânturi sau inundații, bine drenate, cât mai central în păşune, cât mai apropiate de adăpători.

9.2 Amplasarea drumurilor și hățașurilor necesare ciclului pastoral

Dacă unitatea și dimensiunile rețelei de drumuri existente nu satisfac cerințele organizării păşunatului rațional, se proiectează drumuri noi (hățașuri) care să asigure accesul animalelor la păşune și de la păşune spre centrele populate, centrele de producție, adăpători și la adăposturi.

Hățașurile - artere de circulație proprii pajiștilor - reprezintă locurile de trecere a animalelor pe păşune, asigurând intrările și ieșirile din parcele și la unitățile de exploatare. Prin folosirea hățașurilor se previne deplasarea dezordonată a animalelor și degradarea covorului ierbos. Hățașurile trebuie proiectate astfel încât să fie utile unui număr cât mai mare de parcele de păşunat. Trebuie evitate traseele hățașurilor în lungul drumurilor supuse circulației publice, pe terenuri mlăștinoase, nisipoase, alunecătoare, cu panta mare, pe marginea râpelor sau a ravenelor active etc.

Lățimea hățașului variază în funcție de specie, mărimea turmei și frecvența circulației animalelor. Pentru legătura între centrele de producție sau localități și unitățile de exploatare, se recomandă hățașuri cu lățimea de 150 m pentru cirezile de bovine și 25 - 30 m pentru turmele de ovine și caprine. În cazul hățașurilor din interiorul unităților de exploatare, acest parametru poate fi de numai 8 - 10 m.

X. AMPLASAREA ŞI DIMENSIONAREA DRUMURILOR AGRICOLE

10.1 Cerinţele proiectării drumurilor agricole
10.2 Clasificarea drumurilor agricole
10.3 Lucrări anexe la reţeaua drumurilor agricole

Drumurile agricole sunt căi de circulaţie care asigură accesul tractoarelor, agregatelor de maşini agricole şi a vehiculelor de transport la şi de la unităţile teritoriale ale folosinţelor agricole, în scopul desfăşurării normale a proceselor de producţie.

10.1 Cerinţele proiectării drumurilor agricole

Drumurile agricole se proiectează având în vedere satisfacerea următoarelor cerinţe importante:

- ✓ să formeze o structură carosabilă unitară, integrată armonios condiţiilor de relief şi amenajare teritorială, evitându-se sporirea nejustificată a distanţelor de transport şi completând raţional reţeaua de drumuri existente;
- ✓ să asigure accesul tractoarelor, maşinilor agricole şi a mijloacelor de transport la fiecare solă şi parcelă;
- ✓ să permită legături directe, pentru activităţile de producţie, între unităţile agricole şi centrele de producţie precum şi cu unităţile prestatoare de servicii din cadrul comunei sau al localităţilor învecinate;
- ✓ să implice cheltuieli minime pentru execuţia şi întreţinerea drumului precum şi pentru transportul producţiei;
- ✓ să aibă trasee scurte, densitatea şi lăţimea adecvată caracteristicilor traficului, pentru micşorarea raţională a suprafeţei scoase din circuitul productiv;
- ✓ să se proiecteze, de regulă, drumuri cu un singur fir de circulaţie şi numai când condiţiile tehnice şi economice - determinate de un trafic intens - impun două fire de circulaţie, să se adopte această soluţie;
- ✓ în baza Legii nr. 43/1975, lăţimea drumurilor agricole este cuprinsă între 2,75 - 5,50 m;
- ✓ să favorizeze organizarea corespunzătoare a folosinţelor, cu forme şi dimensiuni optime pentru sole (tarlale) şi parcele şi să permită executarea mecanizată - cu maximă eficienţă - a lucrărilor agricole şi a transporturilor;

BCU CLUJ / UNIVERSITY LIBRARY

✓ pe terenurile în pantă, să contribuie la diminuarea şi dispersarea scurgerii de suprafaţă, la interceptarea şi evacuarea dirijată a acesteia şi să nu favorizeze prin şanţurile marginale, crearea formelor eroziunii accelerate în adâncime;

✓ să ocolească terenurile alunecătoare, cele cu exces de umiditate sau inundabile, cele cu forme frecvente ale eroziunii accelerate în adâncime etc;

✓ în sistemele hidroameliorative (de irigaţii, de desecare-drenaj) să asigure - prin traseu şi lăţime carosabilă - atât exploatarea agricolă cât şi pe cea hidroameliorativă.

10.2 Clasificarea drumurilor agricole

Drumurile agricole se pot clasifica după diverse criterii.

După **importanţă** se disting: drumuri principale şi drumuri secundare.

Drumurile principale fac legătura între centrele de producţie agricolă sau vetre de sat, cu terenurile fermelor, ale asolamentelor, masivele viti-pomicole etc. Aceste drumuri au platforma profilată pentru scurgerea apei.

Drumurile secundare asigură circulaţia în interiorul asolamentelor, al masivelor pomi-viticole şi între acestea şi drumurile principale. Pe aceste drumuri se face accesul utilajelor şi mijloacelor de transport la sole şi parcele. Nu au platforma profilată.

După **rolul funcţional**, drumurile agricole pot fi drumuri de exploatare (de categoria I, a II[a] şi a III[a]) şi drumuri tehnologice agricole.

Drumurile de exploatare fac legătura între centrele de producţie agricolă sau masivele de terenuri agricole şi drumurile publice. Astfel:

✓ drumurile de exploatare din categoria I deservesc masive de terenuri agricole de peste 10.000 ha şi au un trafic anual mai mare de 50.000 tone;

✓ drumurile de exploatare din categoria a II a deservesc masive de terenuri agricole cu suprafaţa între 1.000 - 10.000 ha şi suportă un trafic anual de 5.000 - 50.000 tone;

✓ drumurile de exploatare din categoria a III a deservesc masive de terenuri agricole mai mici de 1.000 ha şi au un trafic anual sub 5.000 tone.

Drumurile tehnologice agricole deservesc procesele de producţie agricolă şi exploatarea lucrărilor hidroameliorative. Cuprind drumurile din interiorul categoriilor de folosinţă agricolă, din incintele centrelor de producţie agricolă şi din sistemele de îmbunătăţiri funciare.

După **sistemul rutier** se deosebesc: *drumuri din pământ* (cele mai frecvente în agricultură), *drumuri stabilizate cu pământ*, *drumuri pietruite*, *asfaltate*, *betonate*, *cu caldarâm*, *cu pavaj de piatră cioplită* etc.

După **durata de existenţă** se individualizează: *drumuri permanente*, care au durata de existenţă egală cu cea a organizării şi amenajării teritoriului şi

BCU CLUJ UNIVERSITY LIBRARY

drumuri nepermanente (temporare, provizorii) care fac parte din suprafaţa productivă şi sunt funcţionale numai în perioada de recoltare sau de executare a lucrărilor de îmbunătăţiri funciare.

10.3 Lucrări anexe la reţeaua drumurilor agricole

Asigurarea funcţionării şi fiabilităţii platformei drumurilor precum şi protecţia acesteia împotriva acţiunii apei din precipitaţii impune, după caz, construcţia unor lucrări anexe la drumuri, cum sunt: canalele marginale, podeţele, vadurile pereate, zidurile de sprijin, drenurile etc.

Canalele sau **şanţurile marginale** se proiectează pe ambele părţi ale drumurilor din sistemele hidroameliorative (irigaţii sau desecare-drenaj) şi numai în partea amonte a drumurilor de pe terenurile în pantă. Şanţurile marginale se proiectează cu secţiunea transversală trapezoidală, triunghiulară şi mai rar, rectangulară. Secţiunea transversală se dimensionează pentru debitul maxim cu asigurarea de calcul, având în vedere viteza de circulaţie a apei admisă de natura consolidării canalului (biologic, mecanic, mixt). Dacă panta în lungul şanţului (drumului) este prea mare, se execută ruperi de pantă prin căderi în trepte cu înălţimea de circa 40 cm.

Podeţele se prevăd pentru subtraversarea drumurilor de către şanţurile marginale, alte canale, debuşee, ravene etc. În cazul debitelor mici se folosesc podeţe tubulare, care sunt din tuburi de beton armat, cu diametrul de 400 - 1400 mm. La debite mari, sunt necesare podeţe dalate (rectangulare) cu lăţimea mai mică de 8 m, care pot fi realizate din tablă ondulată, lemn sau din beton armat.

Vadurile pereate servesc pentru traversarea debuşeelor naturale şi a depresiunilor puţin adânci ($h \leq 0{,}5 \div 1{,}0$ m) şi largi, cu secţiunea albiată şi fără debit permanent.

Zidurile de sprijin sunt necesare pe sectoarele de drum periclitate de alunecarea masivelor de pământ de pe versante. Se dimensionează pentru a rezista la forţa de împingere a pământului (rocii) care se deplasează din amonte spre drum. Aceste lucrări se construiesc din beton monolit sau din zidărie de piatră cu mortar de ciment şi se prevăd cu barbacane pentru scurgerea excesului de apă din spatele zidului.

Drenurile sunt necesare pe sectoarele de drum care străbat terenuri cu exces de umiditate. Drenurile se pozează în lungul drumului, pe acostamente, la adâncimea de 0,8 - 0,6 m şi au rolul să asigure platforma carosabilă uscată, pentru circulaţia normală a vehiculelor.

Drenurile la drumurile agricole se execută, de regulă, din piatră spartă sau balast.

BCU CENTRALA LIBRARY

XI. AMENAJAREA TERITORIULUI AGRICOL CU LUCRĂRI DE ÎMBUNĂTĂȚIRI FUNCIARE

11.1 Importanța și necesitatea amenajării cu lucrări de îmbunătățiri funciare a teritoriului agricol al României

11.2 Particularitățile lucrărilor de îmbunătățiri funciare în raport cu lucrările agricole obișnuite

11.3 Scurt istoric al lucrărilor de îmbunătățiri funciare

11.4 Evoluția și situația actuală a amenajării terenului agricol al României cu lucrări de îmbunătățiri funciare

---

Prin amenajări de îmbunătățiri funciare se înțelege ansamblul de lucrări tehnice (îndeosebi hidrotehnice) și biologice, cu efect de lungă durată, prin care se pun în valoare suprafețele cu soluri neproductive sau se ridică productivitatea unor terenuri cu soluri slab productive.

11.1 Importanța și necesitatea amenajării cu lucrări de îmbunătățiri funciare a teritoriului agricol al României

Din suprafața totală a României de 23,839 mil ha, terenul agricol reprezintă aproape 15 mil ha (≈ 62 %). Diversitatea condițiilor fizico-geografice și variabilitatea în timp a elementelor climatice, hidrologice și hidrogeologice favorizează periodic, pe aproximativ 70 % din suprafața agricolă, diminuarea sau compromiterea recoltelor agricole, prin acțiunea separată sau combinată a deficitului de umiditate, a excesului de apă, a eroziunii solului și a altor procese (tab. 11.1).

Este de remarcat că o bună parte din terenurile agricole afectate de factori limitativi au nevoie de două sau mai multe tipuri de lucrări ameliorative. De exemplu, luncile râurilor reclamă, pentru a putea fi folosite la valoarea potențială, lucrări de apărare împotriva inundațiilor, de desecare-drenaj, de irigare și uneori și de desalinizare și/sau de corectare a reacției solului.

Înlăturarea efectelor negative ale secetei, excesului de umiditate și eroziunii solului se realizează prin amenajarea terenurilor agricole afectate, cu lucrări de îmbunătățiri funciare (irigații, desecări, drenaje, îndiguiri, combaterea eroziunii solului, regularizarea cursurilor de apă etc) care contribuie, după caz, la crearea în sol a condițiilor hidrice, aerotermice și de

nutriție favorabile creșterii și dezvoltării plantelor și la protejarea terenurilor împotriva degradării prin inundare, eroziune, colmatare, poluare etc. În consecință, lucrările de îmbunătățiri funciare contribuie - împreună cu măsurile și lucrările agrofitotehnice aplicate rațional - la exploatarea durabilă a terenurilor agricole, asigurarea hranei populației și protecția mediului natural prin: creșterea și stabilizarea producției agricole în zonele secetoase cu ajutorul irigațiilor, sporirea surselor de apă pentru populația rurală, piscicultură și alte folosințe, apărarea suprafețelor agricole și a localităților de inundații, eliminarea excesului de apă de pe terenurile depresionare, reducerea eroziunii solului de pe terenurile înclinate și a torențialității pe rețeaua hidrografică, ameliorarea și înfrumusețarea peisajului geografic local.

Tabelul 11.1

Situația suprafețelor agricole din România care necesită lucrări de ameliorare (după *Buhociu L.* și *Creangă L.*, 2000)

Scopul lucrării ameliorative	Tipul de lucrare ameliorativă	Suprafața (mii ha)
Corectarea regimului aerohidric în sol	Irigații	7.500
	Desecare-drenaj	6.700
	Apărare inundații	2.100
Reducerea pierderilor de apă, sol și elemente nutritive	Prevenirea și combaterea eroziunii solului	6.400
Corectarea însușirilor solului	Amendamentare pentru corectarea reacției solului	2.200
	Afânare adâncă	3.200
	Desalinizare	500
	Creșterea conținutului în humus	10.000

11.2 Particularitățile lucrărilor de îmbunătățiri funciare în raport cu lucrările agricole obișnuite

Comparativ cu lucrările agricole curente, amenajările cu lucrări de îmbunătățiri funciare prezintă unele particularități:

✓ se realizează, de regulă, pe unități naturale (bazin hidrografic, versant, luncă etc) cuprinzând, în majoritatea cazurilor, mai multe exploatații agricole;

✓ se execută pentru o durată de funcționare de mai multe zeci de ani, fapt pentru care trebuie să satisfacă o gamă largă de variație a parametrilor factorilor naturali și a exigențelor comunităților umane;

BCU CLUJ CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY

✓ implică investiții specifice mari* care se amortizează în mai mulți ani (5 - 15) din sporurile de recoltă pe unitatea de suprafață amenajată;

✓ au caracter complex, întrucât sunt dependente de o mulțime de factori naturali și de factorul antropic, din care cauză specialiștii care proiectează, execută și întrețin astfel de lucrări trebuie să cunoască bine relațiile sol - apă - plantă - climă, stăpânind noțiunile de hidraulică, hidrologie, hidrografie, hidrogeologie și hidrometrie precum și pe cele de topografie, pedologie, agrometeorologie, agrotehnică, fitotehnie, mecanizare etc;

✓ prezintă o evoluție rapidă a concepției de amenajare, în concordanță cu progresul tehnico-științific și dezvoltarea economică socială.

11.3 Scurt istoric al lucrărilor de îmbunătățiri funciare

Pe plan mondial se pare că lucrările de îmbunătățiri funciare sunt tot așa de vechi ca și agricultura.

Dezvoltarea comunităților umane și a agriculturii în luncile unor fluvii (Nil, Tigru, Eufrat, Gange etc) expuse atât inundațiilor cât și secetei, a determinat necesitatea unor lucrări fie de apărare împotriva apelor mari, fie de irigații pentru completarea umidității solului la nivelul cerințelor de apă ale plantelor cultivate.

Se estimează că în China și Mesopotamia se foloseau irigațiile cu aproximativ 5000 de ani î.C. și puțin mai târziu, în India, Egipt și Asia Centrală.

Dacă înflorirea civilizațiilor antice (egipteană, babiloniană, indiană, incașă, aztecă, cartagineză etc) a fost condiționată de dezvoltarea irigațiilor, declinul și dispariția acestora s-au datorat, în mare măsură, degradării terenurilor irigate prin salinizare și înmlăștinare secundare - consecință a cunoștințelor insuficiente privind interrelațiile sol - apă - plantă - climă.

Apariția și dezvoltarea lucrărilor de îmbunătățiri funciare în Europa a fost marcată de îndiguiri și desecări, executate începând din secolul al XIII [lea] în Olanda și Delta Rinului.

După declinul lucrărilor hidroameliorative în epoca feudală, la începutul secolului al XVIII [lea] în Italia se îndiguiesc Padul și Adigele, se pun bazele îndiguirilor de la Dunăre și Tisa și se elimină excesul de umiditate de pe câteva sute de mii de hectare.

---

* Cheltuielile pentru 1 hectar amenajat cu diferite lucrări de îmbunătățiri funciare se cifrează după cum urmează:
≈ 2.500 + 3.000 USD - irigații prin scurgere la suprafață;
≈ 4.000 + 5.000 USD - irigații prin aspersiune sau prin picurare;
≈ 800 + 1.000 USD - lucrări de desecare;
≈ 1.500 + 2.000 USD - lucrări de drenaj subteran;
≈ 700 + 800 USD - lucrări de combatere a eroziunii de suprafață;
≈ 6.500 + 8.000 USD - lucrări de terasare a versanților.

Un ritm rapid s-a înregistrat în creşterea suprafeţelor amenajate pentru irigaţii care, de la 8 mil ha, existente la sfârşitul secolului al XVIII lea, au ajuns peste un secol, la 40 mil ha iar în 1978, să depăşească 265 mil ha.

Lucrările pentru prevenirea şi combaterea eroziunii solului au constituit o preocupare susţinută în toate ţările Europei cu agricultura avansată.

În România primele amenajări de îmbunătăţiri funciare au apărut ca lucrări derivate din activităţile cu caracter strategic, de consolidare statală şi de afirmare pe plan comercial a formaţiunilor geto-dacice şi daco-romane.

Secolele XVII - XVIII au marcat extinderea şi diversificarea lucrărilor de îmbunătăţiri funciare în toate ţinuturile româneşti. În secolul XIX s-au executat, mai ales, lucrări de regularizare a cursurilor de apă şi de eliminare a excesului de apă (îndiguirea Mureşului, Timişului, Bârzavei, regularizarea Crişurilor, îndiguirea şi desecarea Câmpiei Crişanei, primele îndiguiri în Lunca şi Delta Dunării etc).

Spre sfârşitul secolului XIX şi începutul secolului XX, o pleiadă de oameni de ştiinţă şi ingineri iluştri s-au evidenţiat în activitatea pentru extinderea amenajărilor de îmbunătăţiri funciare în România: *Ion Ionescu de la Brad* (1819 - 1891), *P. S. Aurelian* (1833 - 1909), *Anghel Saligny* (1854 - 1925), *Alexandru Davidescu* (1858 - 1937), *Gheorghe Ionescu Şişeşti* (1885 - 1967), *Cezar Nicolau* (1925 - 1981), *Constantin Haret* (1919 - 1997) ş. a. Preocupările acestor eminenţi savanţi sunt continuate, diversificate şi dezvoltate de specialişti de marcă, încă în activitate, din învăţământul superior, cercetarea ştiinţifică şi unităţile de proiectare, execuţie şi exploatare a lucrărilor de îmbunătăţiri funciare.

11.4 Evoluţia şi situaţia actuală a amenajării terenului agricol al României cu lucrări de îmbunătăţiri funciare

Studiile, cercetările şi rezolvările tehnice din secolul XX, în domeniul îmbunătăţirilor funciare din România pot fi grupate în patru etape (*Buhociu L.* şi *Creangă L.*, 2000) şi caracterizate astfel:

- ✓ 1900 - 1935: studii şi propuneri generale, realizări de amenajări locale;
- ✓ 1936 - 1964: organizarea primelor cercetări experimentale, a studiilor speciale pe teren şi profilarea primelor gospodării de stat pe terenuri amenajabile cu lucrări de îmbunătăţiri funciare;
- ✓ 1965 - 1989: realizarea marilor sisteme de îmbunătăţiri funciare în amenajări complexe (îndiguiri, desecare-drenaj, irigaţii, combaterea eroziunii solului);
- ✓ 1990 - 2000: conservarea unei părţi din marile sisteme, reconsiderarea unor amenajări locale, restructurarea şi perfecţionarea sistemului instituţional în acord cu noile structuri şi relaţii din agricultură, trecerea la reabilitarea unor lucrări.

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Cea mai mare parte a patrimoniului amenajărilor de îmbunătăţiri funciare existent astăzi în România s-a realizat practic, în a doua jumătate a secolului XX, în special în perioada 1965 - 1989 (tab. 11.2).

Tabelul 11.2

Dinamica suprafeţelor amenajate în România cu lucrări de îmbunătăţiri funciare (după datele *M. A. A. P.*)

Anul	Suprafeţele amenajate (mii ha) cu lucrări de:			
	Îndiguiri	Desecări	Irigaţii	Combaterea eroziunii solului
1944	622,0	358,0	18,0	-
1950	642,0	368,1	42,5	2,0
1955	668,8	404,4	93,1	9,4
1960	827,1	505,7	199,6	100,0
1965	856,7	587,0	229,9	197,5
1970	1331,9	1111,4	731,3	435,3
1975	1455,2	1965,5	1474,2	983,1
1980	1545,0	2462,5	2301,0	1609,7
1985	-	2948,8	2965,3	2095,5
1990	-	3168,7	3168,7	2222,3
1991	-	3194,1	3125,8	2282,4
1992	-	3182,1	3197,2	2264,4
1993	-	3188,5	3202,3	2253,4
1994	-	3191,7	3202,8	2267,9
1995	-	3196,2	3205,2	2267,8
1996	-	3199,5	3211,1	2279,1
1997	-	3198,8	3190,6	2276,2
1998	-	3198,8	3184,0	2276,5
1999	-	3201,5	3179,8	2276,9

Amenajările realizate, care au avut ca principală sursă de finanţare bugetul statului, sunt lucrări de complexitate tehnică deosebită (prize de apă, staţii de pompare, construcţii hidrotehnice etc) şi sunt corelate cu lucrările de gospodărire a apelor, de organizare a teritoriului, căi de comunicaţie ş. a.

Cea mai mare parte a amenajărilor pentru irigaţii au fost proiectate pentru udarea prin aspersiune şi sunt realizate în sisteme pe suprafeţe mari, de mai multe zeci de mii de hectare şi chiar sute de mii de hectare.

Lucrările pentru prevenirea şi combaterea inundaţiilor şi a excesului de umiditate cuprind luncile râurilor interioare (Jiu, Olt, Argeş, Ialomiţa, Siret, Prut, Mureş ş. a.) şi sunt asociate, după caz, şi cu alte lucrări de îmbunătăţiri funciare.

Cea mai mare suprafaţă îndiguită a fost realizată în Lunca Dunării (aproape 480.000 ha).

În unele cazuri, au fost executate sisteme complexe de lucrări de îmbunătăţiri funciare care să asigure completarea necesarului de apă al plantelor de cultură în perioadele secetoase, prin irigare, să elimine excesul de apă din sol în perioadele umede şi să combată eroziunea solului pe terenurile în pantă.

Amenajările pentru combaterea eroziunii solului, realizate în România, includ lucrări pentru prevenirea şi combaterea eroziunii de suprafaţă (sisteme antierozionale de cultivare şi unele lucrări speciale), de combatere a eroziuni în adâncime, de terasare a plantaţiilor viti-pomicole şi de corectare a unor torente.

Managementul amenajărilor de îmbunătăţiri funciare din România - în a doua jumătate a secolului trecut - a fost realizat de structuri teritoriale care au evoluat astfel:

- ✓ 1957 - 1959: Direcţii zonale de îmbunătăţiri funciare (D.Z.I.F.);
- ✓ 1959 - 1963: Oficii regionale de îmbunătăţiri funciare (O.R.I.F.);
- ✓ 1963 - 1966: Direcţii de gospodărire a apelor (D.G.A.);
- ✓ 1966 - 1970: Direcţii regionale de îmbunătăţiri funciare şi organizare a teritoriului (D.R.I.F.O.T.);
- ✓ 1970 - 1973: Întreprinderi de exploatare şi întreţinere a lucrărilor de îmbunătăţiri funciare (I.E.I.L.I.F.);
- ✓ 1973 - 1975: Întreprinderi de exploatare şi întreţinere a lucrărilor de îmbunătăţiri funciare şi gospodărire a apelor (I.E.I.L.I.F.G.A.);
- ✓ 1975 - 1983: Întreprinderi de exploatare a lucrărilor de îmbunătăţiri funciare (I.E.L.I.F.);
- ✓ 1983 - 1991: Întreprinderi de execuţie şi exploatare a lucrărilor de îmbunătăţiri funciare (I.E.E.L.I.F.);
- ✓ 1991 - 1994: Societăţi comerciale pentru exploatarea lucrărilor de îmbunătăţiri funciare (S.C.E.L.I.F.);
- ✓ 1994 - 2000: Regia autonomă a îmbunătăţirilor funciare (R.A.I.F.);
- ✓ În prezent: Societatea naţională "Îmbunătăţiri Funciare" S.A. (S.N.I.F. - S.A.).

După anul 1989 ritmul de amenajare a teritoriului cu lucrări de îmbunătăţiri funciare a scăzut mult iar unele lucrări existente au fost puţin folosite ori s-au deteriorat, ca urmare a modificărilor social-politice survenite. De exemplu, în perioada 1990 - 1998, gradul de folosire a amenajărilor de irigaţie (tab. 11.3) şi suprafaţa efectiv irigată anual au fost extrem de reduse datorită condiţiilor climatice, fondurilor alocate, interesului proprietarilor de terenuri, modului de amenajare al acestora şi costului serviciilor prestate.

Vechimea amenajărilor de îmbunătăţiri funciare din România şi, în special, a celor pentru irigaţii precum şi modificările în structura de proprietate, produse

după anul 1990, reclamă elaborarea unui program de reabilitare a amenajărilor, de eficientizare a activităților și de adaptare a organizării instituționale din domeniul îmbunătățirilor funciare la noile condiții.

Tabelul 11.3

Evoluția suprafețelor cu terenuri agricole irigate, în perioada 1990 - 1998 în România (după *Buhociu L.* și *Creangă L.*)

Anul	Suprafața totală amenajată (mil ha)	din care, cu lucrări în funcțiune (%)	din care, irigată (%)
1990	3,17	92	70
1992	3,20	83	17
1994	3,20	78	27
1996	3,21	70	20
1998	3,18	71	8

Pentru sectorul privat, care deține 2/3 din terenurile amenajate pentru irigații este necesară adoptarea unor acte legislative care să stimuleze asocierea fermierilor și asumarea de către aceștia a managementului în cadrul amenajărilor interioare.

XII. NOȚIUNI DE HIDRAULICĂ

12.1 Definiții. Proprietăți ale lichidelor
12.2 Noțiuni de hidrostatică
12.3 Noțiuni de hidrodinamică
12.4 Aplicații ale hidraulicii în lucrările de îmbunătățiri funciare

---

Amenajările de îmbunătățiri funciare sunt lucrări de reglare a regimului apei la suprafața terenului și în profilul solului, în concordanță cu cerințele social-economice și de creștere și dezvoltare ale plantelor agricole și silvice.

La proiectare, execuția, exploatarea și întreținerea acestor lucrări se face uz de o serie de principii care guvernează hidraulica.

12.1 Definiții. Proprietăți ale lichidelor

Hidraulica este știința care studiază legile echilibrului și mișcării lichidelor și ale solidelor cufundate parțial sau total într-un lichid. Are aplicabilitate în cele mai diverse domenii: îmbunătățiri funciare (irigații,

BCU IASI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

desecări, regularizări de albii şi debite, combaterea eroziunii solului etc), construcţii hidroenergetice, alimentări cu apă ş. a.

Hidraulica are două părţi principale: **hidrostatica** al cărei obiect cuprinde studiul echilibrului lichidelor şi solidelor cufundate parţial sau total într-un lichid şi **hidrodinamica** al cărei obiect de studiu este mişcarea lichidelor şi a solidelor cufundate parţial sau total într-un lichid, considerând forţele care acţionează asupra lor.

Lichidele sunt corpuri fără formă proprie caracteristică, luând forma vaselor care le conţin. Dacă presiunea şi temperatura rămân constante, lichidele nu-şi schimbă volumul când sunt trecute dintr-un vas într-altul. Mobilitatea mare a particulelor de lichid face ca deformaţiile lente ale volumului să se producă cu eforturi mici, dacă deformaţiile nu duc la micşorarea volumului. Lichidele au o mare incompresibilitate, exprimată prin rezistenţa apreciabilă la eforturile care tind să le micşoreze volumul.

Caracterul de mobilitate al particulelor unui corp defineşte proprietatea, numită în hidraulică, *fluiditate*. Datorită acestei proprietăţi, lichidele - ca şi gazele - au căpătat denumirea comună de fluide.

Rezumând, se poate spune că prin *lichid* - cum este desigur apa - se înţelege un fluid, practic incompresibil, care sub influenţa gravitaţiei ia forma recipientului în care este conţinut.

Hidraulica fiind o ştiinţă cu pronunţat caracter aplicativ, studiază legile echilibrului şi mişcării lichidelor reale, aşa cum sunt în natură. În cele mai multe cazuri însă, studiul fenomenelor hidraulice se simplifică mult dacă, în primă aproximaţie, se acceptă noţiunea de lichid ideal (perfect).

Lichidul ideal este un fluid fictiv, absolut incompresibil şi lipsit total de viscozitate, pe când *lichidul real* (natural) are o oarecare viscozitate şi este puţin compresibil.

Lichidele au câteva proprietăţi specifice, între care fac parte:

Omogenitatea. Un lichid este omogen dacă, în aceleaşi condiţii de stare, nu îşi modifică densitatea în oricare din punctele sale.

Izotropia. Este însuşirea unui corp lichid de a prezenta aceleaşi valori ale unei proprietăţi ale sale pe toate direcţiile. Lichidele reale, omogene, aflate în stare de repaus, sunt izotrope.

Greutatea specifică (γ) a unui lichid omogen este greutatea (G) a unităţii de volum (V).

$$\gamma = \frac{G}{V} \tag{12.1}$$

Volumul unităţii de greutate este volumul specific. Greutatea specifică (γ) variază cu temperatura şi presiunea. Apa are $\gamma \approx 1$ tf/m^3 ≈ 1000 kgf/m^3 ≈ 1 kgf/dm^3. Apa încărcată cu aluviuni are $\gamma \approx 1{,}0...1{,}8$ tf/m^3.

Densitatea sau masa specifică (ρ) a unui lichid omogen este raportul dintre masă (m) şi volum (V).

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{12.2}$$

Pentru apă $\rho \approx 102$ kgf· s^2/m^4. Între (ρ) şi (γ) există relaţia:

$$\gamma = \rho \cdot g \tag{12.3}$$

în care:

g este acceleraţia gravitaţiei.

Compresibilitatea. Este proprietatea lichidului de a-şi micşora volumul când creşte presiunea exterioară la care este supus. Compresibilitatea apei este de aproximativ 100 de ori mai mare decât a oţelului dar, este suficient de mică pentru a se neglija în lucrările de hidroameliorații (la o presiune de 1 kgf/cm^2, 1 dm^3 de apă îşi micşorează volumul cu 50 de milionimi).

Vâscozitatea. Este proprietatea datorită căreia iau naştere în interiorul unui lichid, tensiuni tangenţiale pe orice element de suprafaţă care separă două porţiuni de lichid cu mişcare relativă una faţă de alta. Aşadar, tensiunile tangenţiale de viscozitate se manifestă numai în interiorul lichidelor reale în mişcare.

12.2 Noţiuni de hidrostatică

În hidrostatică se face abstracţie de viscozitate deoarece între particulele lichidelor în echilibru nu există viteze relative.

În mod convenţional, forţele considerate în hidrostatică pot fi grupate în: forţe exterioare şi forţe interioare lichidului.

Forţele exterioare cuprind: *forţe superficiale* (exercitate de acţiunea mediului înconjurător pe suprafaţa de separaţie a masei de lichid) şi *forţe masice* (generate de gravitaţie, singură sau împreună cu alte forţe cum sunt forţa de inerţie, forţa centrifugă, forţa centripetă etc).

Forţele superficiale sunt proporţionale cu suprafeţele pe care se exercită iar forţele masice cu masele asupra cărora acţionează.

Forţa interioară care acţionează asupra unei particule din masa de lichid se numeşte *presiune hidrostatică.*

Considerând un volum de lichid în echilibru în interiorul căruia există o suprafaţă plană (A), finită, orientată oricum şi conturată în jurul punctului (M), şi admiţând că forţa (P) - normală pe suprafaţa (A) în punctul (M) - este rezultanta tuturor forţelor de presiune care acţionează asupra suprafeţei considerate (fig. 12.1), atunci raportul $\frac{P}{A} = p_{med}$ defineşte presiunea hidrostatică medie pe suprafaţa (A).

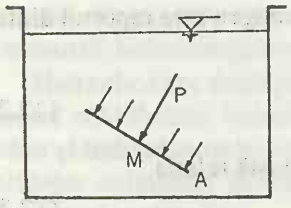


Fig. 12.1 Schemă pentru definirea presiunii hidrostatice într-un punct din masa de lichid

Dacă suprafața (A) se micşorează în jurul punctului (M) - tinzând spre 0 - atunci valoarea presiunii medii tinde spre o limită ce caracterizează *presiunea hidrostatică* în punctul M şi într-o direcție dată.

$$P_M = \lim_{A \to 0} \left(\frac{P}{A} \right) \qquad (12.4)$$

Presiunea hidrostatică este perpendiculară pe elementul de suprafață pe care se exercită. Dacă nu ar fi aşa, atunci forța rezultantă ar genera două componente, una normală şi alta tangențială care - oricât ar fi de mică - ar pune în mişcare particulele de lichid. Dar mişcarea particulelor de lichid contrazice ipoteza de lichid în echilibru. Prin urmare *presiunea hidrostatică este un efort unitar de compresiune, normal pe suprafața pe care se exercită, oricare ar fi orientarea acestei suprafețe.*

Presiunea hidrostatică are dimensiunea:

$$|P| = \frac{F}{L^2} = \frac{M \cdot L \cdot T^{-2}}{L^2} = M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2} \quad \text{şi se măsoară în} \quad \left(\frac{N}{m^2} \right)^* \qquad (12.5)$$

Presiunea hidrostatică se exprimă şi prin alte unități de măsură tolerate, cum sunt: kgf/cm^2, atmosfera fizică (atm), atmosfera tehnică (at), metri coloană de apă (mCA), Pascali (Pa).

$$1 \text{ atm} = 1{,}033 \text{ kgf/cm}^2 = 10{,}33 \text{ mCA (la + 4°C)} = 100 \text{ kPa} \qquad (12.6)$$

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kgf/cm}^2 = 10 \text{ mCA (la + 4°C)} \qquad (12.7)$$

12.2.1 Legea fundamentală a hidrostaticii

Presiunea (P) într-un punct din masa unui lichid omogen, în echilibru, este egală cu presiunea exercitată la suprafața liberă a lichidului (p_0) plus greutatea unei coloane de lichid, având secțiunea de 1 cm^2 şi înălțimea egală cu diferența de nivel (h) dintre suprafața liberă a lichidului şi planul orizontal al punctului considerat, lichidul având greutatea specifică (γ). Schema pentru ilustrarea legii fundamentale a hidrostaticii este prezentată în figura 12.2.

Considerând un volum de lichid omogen în echilibru, aflat sub acțiunea exclusivă a gravitației terestre (fig. 12.2) forța masică unitară (F_z) se reduce la accelerația gravitației (g):

* N (Newton) este forța care într-o secundă imprimă unei mase de 1 kg o creştere de viteză de 1 m/s.

$$F_z = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{d_p}{d_z} = -g \tag{12.8}$$

de unde:

$$d_p = -\rho \cdot g \cdot d_z = -\gamma \cdot d_z \tag{12.9}$$

deoarece

$$\gamma = \rho \cdot g \tag{12.10}$$

Integrând în limitele (p_0), (P) şi (z_0), (z) rezultă:

$$P - p_0 = \gamma(z_0 - z) = \gamma \cdot h \tag{12.11}$$

sau

$$P_M = p_0 + \gamma \cdot h \tag{12.12}$$

Dacă se integrează nedefinit:

$$\gamma \cdot z + p = \text{constant} \tag{12.13}$$

sau

$$z + \frac{p}{\gamma} = \text{constant} \tag{12.14}$$

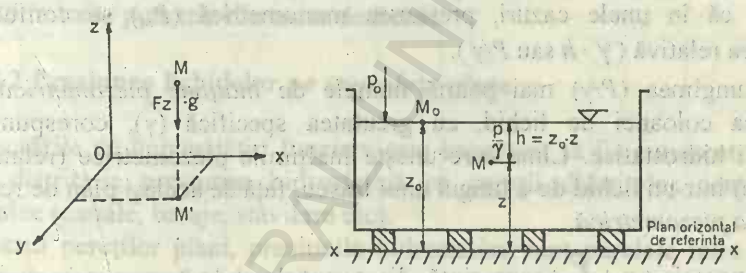


Fig. 12.2 Scheme pentru ilustrarea legii fundamentale a hidrostaticii

În figura 12.2 se mai poate observa că:

$$p_0 + \gamma \cdot z_0 = P_M + \gamma \cdot z = \text{constant} \tag{12.15}$$

de unde:

$$P_M = p_0 + \gamma(z_0 - z) = p_0 + \gamma \cdot h \tag{12.16}$$

sau

$$P_M = p_0 + \gamma \cdot h \tag{12.17}$$

În baza legii fundamentale a hidrostaticii se pot exprima câteva observaţii:

✓ Presiunea (P_M) într-un punct din masa de lichid omogen în echilibru, rezultată din însumarea presiunii exercitate la suprafaţa liberă a lichidului (p_0) şi greutatea coloanei de lichid ($\gamma \cdot h$ sau P/γ) se numeşte *presiune absolută* sau *presiune totală*.

B.C.U. „M. EMINESCU" IAŞI
BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

✓ Presiunea ($\gamma \cdot h$ sau P/γ) produsă numai de lichid poartă numele de *presiune relativă.* Presiunea relativă este nulă la suprafaţa liberă a lichidului în echilibru şi creşte odată cu adâncimea punctului considerat în masa de lichid.

✓ Diferenţa dintre presiunea absolută (P) şi presiunea atmosferică (p_a) se numeşte *presiune manometrică* (P_m):

$$P_m = P - p_a = \gamma \cdot h + p_0 - p_a \qquad (12.18)$$

Dacă presiunea (p_0) la suprafaţa liberă a lichidului în repaus este mai mare decât presiunea atmosferică (p_a), presiunea manometrică (P_m) într-un punct de pe suprafaţa liberă a lichidului este:

$$P_m = p_0 - p_a \qquad (12.19)$$

deoarece, în acest caz:

$$\gamma \cdot h = 0 \qquad (12.20)$$

Când la suprafaţa liberă a lichidului în echilibru acţionează numai presiunea atmosferică (p_a), adică ($p_0 = p_a$), presiunea manometrică (P_m) într-un punct din interiorul lichidului, la adâncimea (h) este:

$$P_m = \gamma \cdot h \qquad (12.21)$$

Rezultă că în unele cazuri, presiunea manometrică (P_m) se confundă cu presiunea relativă ($\gamma \cdot h$ sau P/γ).

✓ Lungimea (P/γ) mai poartă numele de *înălţime piezometrică* - sau înălţimea coloanei de lichid, cu greutatea specifică (γ), corespunzătoare presiunii hidrostatice. Linia care uneşte înălţimile piezometrice (relative sau absolute) într-un lichid de-a lungul unui traseu, faţă de acelaşi plan de referinţă, este *linia piezometrică.*

✓ Expresia ($z + \frac{p}{\gamma}$) reprezintă, din punct de vedere geometric, o sumă de înălţimi care rămâne constantă pentru un lichid omogen în echilibru (v. fig. 12.2). Prin urmare, suprafeţele lichidelor în echilibru sunt plane şi orizontale.

✓ Dacă asupra unui volum de lichid mai acţionează şi alte forţe masice, altele decât greutatea proprie a lichidului, suprafaţa liberă a acestuia nu mai rămâne orizontală, chiar dacă recipientul este de mică întindere. De exemplu, dacă se solidarizează un pahar umplut parţial cu apă, cu un disc orizontal şi se imprimă discului o mişcare de rotaţie în jurul axului vertical, cu o viteză unghiulară oarecare, se va observa că suprafaţa liberă a apei din pahar - la început plană şi orizontală - se deformează devenind curbă, de forma unui paraboloid de revoluţie. Nivelul apei din pahar coboară în dreptul axului de rotaţie sub cota iniţială a suprafeţei orizontale cu aceeaşi valoare cu care creşte pe pereţii paharului, faţă de aceeaşi cotă, oricare ar fi viteza unghiulară de rotaţie. Presiunea în interiorul lichidului în rotaţie se distribuie după aceeaşi

lege ca şi cum lichidul ar fi în repaus. De asemenea, într-un lichid omogen, aflat în mişcare de translaţie orizontală uniform accelerată, presiunile se transmit după legea hidrostatică, deci ca şi când lichidul ar fi în repaus.

Din punct de vedere energetic ($z+\frac{p}{\gamma}$) este energia potenţială a unităţii de greutate din lichidul considerat, într-un punct (M), de cotă (h) faţă de nivelul liber al lichidului şi de cotă (z) faţă de un plan de referinţă orizontal, situat sub acest punct.

($z+\frac{p}{\gamma}$) se numeşte *energie specifică potenţială* şi se compune din *energia specifică de poziţie* (z) şi *energia specifică de presiune* ($\frac{p}{\gamma}$).

Întrucât suprafaţa liberă a unui lichid în repaus este o suprafaţă echipotenţială, în cazul vaselor comunicante, lichidul se ridică la acelaşi nivel.

Din legea fundamentală a hidrostaticii rezultă şi principiul lui Pascal: într-un lichid incompresibil, în echilibru, variaţiile de presiune se transmit cu aceeaşi intensitate în toate punctele din masa de lichid.

12.2.2 Presiunea lichidelor pe suprafeţe plane

În lucrările de îmbunătăţiri funciare este important să fie cunoscut modul cum se distribuie presiunea hidrostatică pe pereţii diferitelor construcţii hidrotehnice (canale, baraje, stăvilare etc).

În cazul pereţilor plani, presiunile hidrostatice sunt paralele între ele şi perpendiculare pe suprafaţa de acţiune.

Presiunea pe suprafeţele orizontale (fig. 12.3). Suprafaţa plană, orizontală asupra căreia se exercită presiunea este o suprafaţă izobară şi echipotenţială. Rezultanta (P) a forţelor de presiune care se exercită pe suprafaţa (S) este dată de expresia:

$$P=(p_a+\gamma\cdot h)S \tag{12.22}$$

Dacă se foloseşte presiunea manometrică (P_m), egală în acest caz cu presiunea relativă:

$$P=P_m\cdot S=\gamma\cdot h\cdot S=\gamma\cdot h\cdot a\cdot b \tag{12.23}$$

Se observă că forţa hidrostatică (P) depinde numai de valoarea suprafeţei (S), înălţimea (h) a lichidului deasupra suprafeţei orizontale considerate şi de greutatea specifică (γ), fără să fie influenţată de forma rezervorului (paradoxul hidrostatic).

BCU TIMIŞOARA POLITEHNICA UNIVERSITY LIBRARY

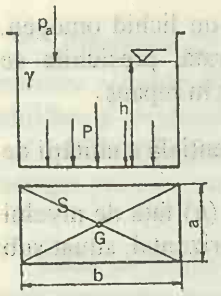


Fig. 12.3 Schemă pentru ilustrarea presiunii hidrostatice pe suprafețele plane, orizontale

Presiunea pe suprafețele verticale. Se poate evidenția analitic sau pe cale grafică (fig. 12.4).

Se consideră oblonul unui stăvilar vertical, supus la presiunea apei într-un canal. Pe acest stăvilar se delimitează o fâșie dreptunghiulară cu înălțimea ($AB = h$) și lățimea ($DB = 1$ m). Dacă se rabate această fâșie în planul hârtiei, se obține suprafața ($ABCD$).

Pentru suprafața elementară ($ds = dh \cdot 1$ m), la adâncimea (h_0), forța hidrostatică elementară este:

$$dp = \gamma \cdot ds \cdot h_0 = \gamma \cdot h_0 \cdot dh \qquad (12.24)$$

Forța totală de presiune pe întreaga fâșie, lată de 1 m a stăvilarului este:

$$P = \gamma \int_0^h h_0 \cdot dh = \gamma \frac{h^2}{2} \qquad (12.25)$$

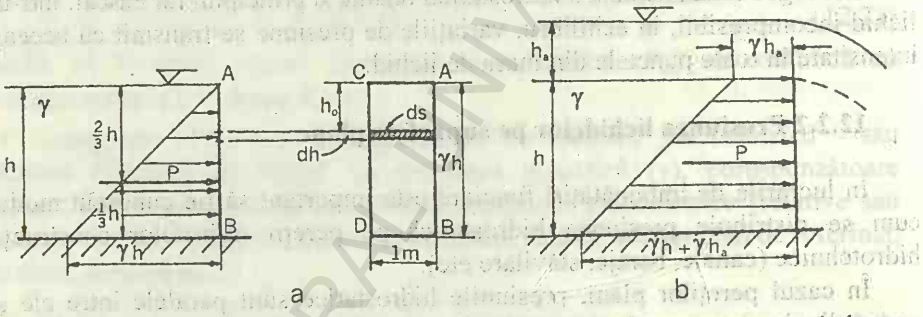


Fig. 12.4 Schemă pentru ilustrarea presiunii hidrostatice pe suprafețele plane verticale
a. neînecate; b. înecate

Relația (12.25) se poate deduce și geometric (v. fig. 12.4). Într-adevăr, dacă în (A) presiunea relativă este zero iar în (B) - situat la adâncimea (h) - presiunea este ($\gamma \cdot h$), forța hidrostatică pe suprafața ($ABCD$) este produsul dintre presiunea medie ($\frac{\gamma \cdot h}{2}$) și aria suprafeței ($ABCD$), care rezultă din produsul ($1\text{ m} \cdot h$). Deci:

$$P = \frac{\gamma \cdot h^2}{2} \qquad (12.26)$$

Centrul de presiune, adică punctul de aplicare a forței hidrostatice se află la ($\frac{2}{3}h$), măsurat de la suprafață sau la ($\frac{1}{3}h$), măsurat de la fund.

BCMASI CONTRACT UNIVERSITY

Dacă suprafaţa verticală este înecată - cazul vanelor de fund de la baraje sau când nivelul apei depăşeşte creasta deversorului barajului - (fig. 12.4.b):

$$P = \frac{\gamma \cdot h_a + \gamma \left(h + h_a\right)}{2} h \tag{12.27}$$

sau

$$P = \frac{\gamma \cdot h}{2} \left(h + 2 \cdot h_a\right) \tag{12.28}$$

Presiunea pe suprafeţele plane înclinate (fig. 12.5). Se consideră un tronson de baraj rectiliniu, lung de 1 m, cu paramentul* amonte înclinat, asupra căruia se exercită presiunea apei, al cărei nivel se află la cota coronamentului (v. fig. 12.5.a).

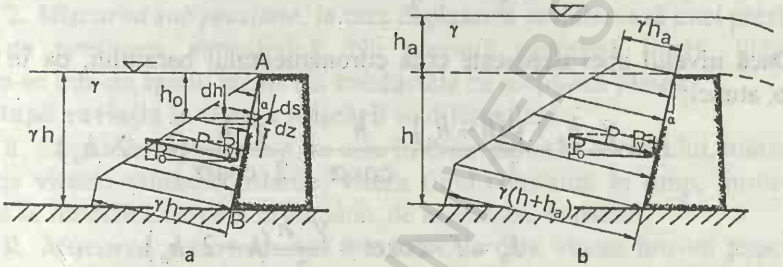


Fig. 12.5 Schemă pentru ilustrarea presiunii hidrostatice pe suprafeţele plane înclinate
a. neînecate; b. înecate

Forţa elementară de presiune (d_p) pe suprafaţa înclinată ($ds = dz \cdot 1\,\text{m}$), situată la adâncimea (h_0) este:

$$dp = \gamma \cdot h_0 \cdot ds = \gamma \cdot h_0 \cdot dz \cdot 1 = \frac{\gamma \cdot h_0}{\cos\alpha} h_0 \cdot dh \tag{12.29}$$

deoarece

$$dz = \frac{dh}{\cos\alpha} \tag{12.30}$$

Rezultanta (P) pe întregul parament (AB) al tronsonului de baraj cu lăţimea de 1m este:

$$P = \int_0^h \frac{\gamma \cdot h \cdot dh}{\cos\alpha} = \frac{\gamma}{\cos\alpha} \int_0^h h_0 \cdot dh = \frac{\gamma \cdot h^2}{2 \cdot \cos\alpha} \tag{12.31}$$

Rezultanta (P) poate fi descompusă după componentele (P_o) şi (P_v), încât:

* Paramentul barajului este faţa (amonte sau aval) a corpului barajului, finisată pentru a rezista la acţiunea agenţilor exteriori.

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

✓ după orizontală:

$$P_o = P \cdot \cos\alpha = \frac{\gamma \cdot h^2}{2} \tag{12.32}$$

✓ după verticală:

$$P_v = P \cdot \sin\alpha = \frac{\gamma \cdot h^2 \cdot \sin\alpha}{2 \cdot \cos\alpha} = \frac{\gamma \cdot h^2 \cdot tg\alpha}{2} \tag{12.33}$$

Se obișnuiește ca ($tg\alpha$) să se noteze cu (n), simbol care în acest caz, poartă numele de *fructul paramentului* (amonte sau aval) *barajului*. Când barajul are un parament vertical, se spune simplu: *fructul barajului*. Deci:

$$P_v = \frac{\gamma \cdot h^2 \cdot n}{2} \tag{12.34}$$

Dacă nivelul apei depășește cota coronamentului barajului, ca în figura 12.5.b, atunci:

$$P = \frac{\gamma \cdot h_a + \gamma(h + h_a)}{2} \cdot \frac{h}{\cos\alpha} = \frac{\gamma \cdot h}{2 \cdot \cos\alpha}(h + 2 \cdot h_a) \tag{12.35}$$

$$P_0 = P \cdot \cos\alpha = \frac{\gamma \cdot h}{2}(h + 2 \cdot h_a) \tag{12.36}$$

$$P_v = P \cdot \sin\alpha = \frac{\gamma \cdot h \cdot n}{2}(h + 2 \cdot h_a) \tag{12.37}$$

12.3 Noțiuni de hidrodinamică

La studiul mișcării lichidelor se folosesc unele noțiuni, cum sunt: linia de curent, traiectoria particulei, tubul de curent, firul de curent, secțiunea udată, perimetrul udat, raza hidraulică, debitul etc.

Linia de curent este curba la care vitezele, în orice moment, sunt tangente în fiecare punct.

Traiectoria reprezintă drumul parcurs real de o particulă de lichid.

Tubul de curent constituie suprafața tubulară formată din linii de curent care se sprijină pe o curbă (C) închisă.

Firul de curent este linia fluidă din interiorul unui tub elementar de curent.

Curentul exprimă masa de lichid în mișcare, într-un tub de curent.

Secțiunea udată, secțiunea muiată sau *secțiunea activă de curgere* reprezintă suprafața perpendiculară (normală) pe toate liniile de curent care o străbat. Secțiunea activă de curgere este partea din secțiunea transversală a albiei sau conductei, prin care curge efectiv apa (fluidul).

BCU "LUCIAN BLAGA" CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY

Perimetrul udat este lungimea conturului secțiunii active de curgere în care lichidul se află în contact cu pereții albiei sau conductei.

Raza hidraulică reprezintă raportul dintre secțiunea udată și perimetrul udat.

Debitul exprimă volumul de lichid care se scurge prin secțiunea udată în unitatea de timp sau se poate defini ca fiind produsul dintre secțiunea activă de curgere și viteza lichidului care trece prin secțiune.

12.3.1 Clasificarea mișcării lichidelor

Se disting mai multe criterii de clasificare a mișcării lichidelor:

A. După cauza mișcării se deosebesc:

1. *Mișcarea liberă*, la care cauza deplasării lichidului este accelerația gravitației (g). Este tipică pentru albiile deschise ale cursurilor de apă.

2. *Mișcarea sub presiune*, la care deplasarea se datorează unei presiuni diferite de presiunea atmosferică. Nu prezintă suprafață liberă, lichidul mișcându-se într-un spațiu închis (în conductele cu secțiunea plină).

B. După variația în timp a mișcării se diferențiază:

1. *Mișcarea permanentă*, la care în orice punct al curentului, mărimea și direcția vitezei rămân constante; viteza fiind constantă în timp, liniile de curent nu se modifică iar debitul rămâne, de asemenea, constant.

2. *Mișcarea nepermanentă* (*variată*), la care viteza într-un punct al curentului variază de la un moment la altul; în conducte, trecerea de la mișcarea permanentă la mișcarea variată se produce când se modifică debitul, prin închiderea sau deschiderea parțială a vanelor, când presiunea scade sau crește etc.

C. După variația secțiunii transversale și a pantei în lungul albiei se disting:

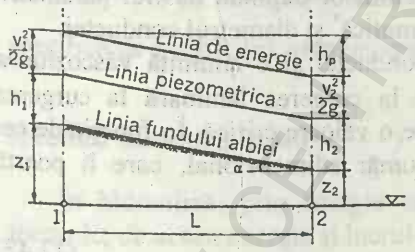


Fig. 12.6 Schemă pentru ilustrarea mișcării uniforme a lichidelor

1. *Mișcarea uniformă*, caracteristică albiilor rectilinii, la care:

✓ nu se modifică pe traseul de curgere, secțiunea udată, rugozitatea, panta, viteza și debitul;

✓ liniile de curent sunt paralele și suprafața secțiunii udate este plană;

✓ pantele suprafeței libere a apei (piezometrică), hidraulică (de energie) și a fundului (topografică) sunt egale (fig. 12.6).

$$I\ (\text{panta fundului albiei}) = \frac{z_1 - z_2}{L} = tg\alpha\ ; \qquad (12.38)$$

$$i\ (\text{panta piezometrică}) = \frac{(z_1 + h_1) - (z_2 + h_2)}{L}\ ; \qquad (12.39)$$

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$j\ (\text{panta hidraulică}) = \frac{\left(z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g}\right) - \left(z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}\right)}{L} = \frac{h_p}{L} \qquad (12.40)$$

Prin urmare, la mişcarea uniformă:

$$I = i = j \qquad (12.41)$$

2. *Mişcarea neuniformă* se evidenţiază când apar cauze (schimbarea secţiunii udate, a rugozităţii, a pantei, obstacole etc) care modifică viteza apei ca mărime şi/sau ca direcţie; în aceste condiţii, cele trei pante (I, i, j) nu mai sunt egale, liniile de curent nu se mai păstrează paralele, ci devin concurente, divergente, curbe.

La mişcarea neuniformă, distribuţia presiunilor nu se face după legea fundamentală a hidrostaticii, ci după legi proprii mişcării turbulente. De aceea s-au definit, în funcţie de gradul de neuniformitate:

✓ *mişcarea rapid variată*, pentru cazul când condiţiile ce caracterizează mişcarea prezintă variaţii mari pe porţiuni relativ scurte din traseul curentului şi,

✓ *mişcarea gradual variată*, când variaţia caracteristicilor cinematice ale curentului este lentă, astfel că pe sectoare scurte, curgerea poate fi asimilată cu deplasarea caracteristică mişcării uniforme.

D. După structura internă (fizică) a mişcării se deosebesc:

1. *Mişcarea laminară*, la care liniile de curent sunt rectilinii şi/sau paralele, particulele de lichid nu trec dintr-un strat în altul.

2. *Mişcarea turbulentă*, care are aspectul aparent dezordonat; vitezele pulsează în jurul unor valori temporale, având loc amestecul între straturi.

În conducte, regimul de mişcare a lichidelor depinde de trei parametri: viteza medie a lichidului, vâscozitatea cinematică* şi diametrul conductei.

Pentru un anumit diametru (d) al conductei şi o anumită vâscozitatea cinematică (ν) a lichidului, se trece de la curgerea laminară la curgerea turbulentă dacă viteza medie (V) depăşeşte o valoare critică. În funcţie de cei trei parametri, *Reynolds* a stabilit un număr adimensional, care îi poartă numele:

$$R_e = \frac{V \cdot d}{\upsilon} \qquad (12.42)$$

în care:

R_e este numărul lui *Reynolds*.

Valoarea critică a numărului lui *Reynolds* este de aproximativ 2320.

---

* Vâscozitatea cinematică (ν) este raportul dintre vâscozitatea dinamică (η) şi densitatea lichidului (ρ).

12.3.2 Ecuaţiile fundamentale ale hidrodinamicii

Hidrodinamica are la bază două legi importante: ecuaţia de continuitate şi ecuaţia lui Bernoulli.

1. **Ecuaţia de continuitate** exprimă relaţia dintre secţiunile şi vitezele medii pe traseul unui tub lichid (fig. 12.7). La mişcarea permanentă, debitul (Q) rămâne constant indiferent dacă vitezele medii şi secţiunile variază de-a lungul tubului de lichid. Aşadar,

$$\omega_1 \cdot V_1 = \omega_2 \cdot V_2 = \cdots = \omega_n \cdot V_n = Q = constant \qquad (12.43)$$

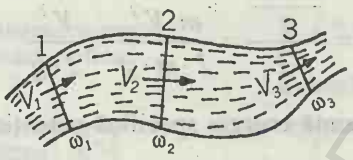


Fig. 12.7 Schemă pentru ilustrarea ecuaţiei de continuitate

Din ecuaţia de continuitate rezultă că raportul secţiunilor este invers raportului vitezelor:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{V_2}{V_1} \qquad (12.44)$$

2. **Ecuaţia lui *Bernoulli*** se bazează pe legea conservării energiei şi exprimă legătura dintre vitezele şi presiunile din diferitele puncte ale unui fir lichid sau tub de curent.

La un lichid în mişcare se disting trei feluri de energii şi anume: energia specifică de poziţie (z), energia specifică datorită presiunii ($\frac{p}{\gamma} = h$), şi energia specifică datorită mişcării ($\frac{V^2}{2 \cdot g}$).

În hidraulică, prin energie se înţelege capacitatea de a face un lucru mecanic; de aceea energia şi lucrul mecanic sunt echivalente.

Toate cele trei energii au dimensiunea unei lungimi:

✓ (z) este diferenţa de nivel între poziţia unui punct din tubul de lichid şi planul orizontal de referinţă;

✓ ($\frac{p}{\gamma} = h$) reprezintă înălţimea coloanei de lichid deasupra punctului considerat;

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

✓ $(\frac{V^2}{2 \cdot g})$ este, de asemenea, o lungime $\left(\frac{\left|\frac{L^2}{T^2}\right|}{\left|\frac{L}{T^2}\right|} = |L| \right)$ şi reprezintă efectul mişcării lichidului. $(\frac{V^2}{2 \cdot g})$ rezultă considerând energia cinetică $(E_c = \frac{m \cdot V^2}{2})$ în câmpul gravitaţional (G):

$$\frac{E_c}{G} = \frac{\frac{m \cdot V^2}{2}}{G} = \frac{m \cdot V^2}{2 \cdot m \cdot g} = \frac{V^2}{2 \cdot g} \qquad 12.45)$$

Suma $(z + \frac{p}{\gamma})$ reprezintă energia specifică potenţială (E_p) iar suma celor trei feluri de energii exprimă energia totală (E_t) a unei particule de lichid:

$$E_t = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2 \cdot g} \qquad (12.46)$$

La lichidele reale se consideră $(\frac{\alpha \cdot V^2}{2 \cdot g})$ în care (α) este coeficientul lui *Coriolis* şi are valoarea $(\alpha = 1{,}1)$ pentru curgeri turbulente; pentru curgerea laminară sau pentru calcule mai puţin riguroase $(\alpha = 1)$.

Ecuaţia lui *Bernoulli* poate fi definită, atât din punct de vedere energetic cât şi din punct de vedere geometric:

✓ *energetic* → În cazul mişcării permanente a unui lichid perfect, energia specifică totală rămâne constantă de-a lungul firului de lichid şi reprezintă sarcina hidrodinamică (H):

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} = H = constant \qquad (12.47)$$

✓ *geometric* → La lichidele ideale, suma celor trei înălţimi (fig. 12.8): de poziţie, de presiune şi cinetică este constantă în toate punctele firului de lichid şi reprezintă sarcina hidrodinamică (H).

La lichidele reale, forţele tangenţiale se opun mişcării lichidului încât (H) se reduce de-a lungul firului de lichid şi, prin urmare:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + h_p \qquad (12.48)$$

în care:

h_p este pierderea de sarcină hidrodinamică.

BOUIAS CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$h_p = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \right) \qquad (12.49)$$

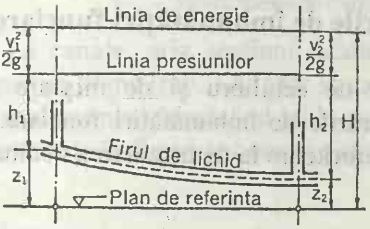


Fig. 12.8 Schemă pentru ilustrarea geometrică a legii lui Bernoulli la lichidele perfecte

Raportul dintre pierderea de sarcină hidrodinamică (h_p) între secțiunile (1) și (2) și distanța (L) între aceleași secțiuni, reprezintă panta hidraulică a curentului de lichid (fig. 12.9).

$$j = \frac{h_p}{L} \qquad (12.50)$$

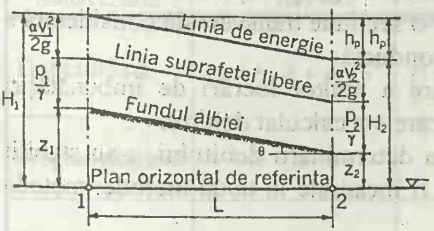


Fig. 12.9 Schemă pentru ilustrarea legii lui Bernoulli la lichidele reale în albii deschise

La canale:

$$h_p = L \cdot I \qquad (12.51)$$

În cazul conductelor:

$$h_p = h_f + h_l \qquad (12.52)$$

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \qquad (12.53)$$

$$h_l = \xi \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \qquad (12.54)$$

în care:

- h_p este pierderea de sarcină hidrodinamică la curgerea lichidului prin conducte, în m;
- h_f - pierderea de sarcină prin frecarea lichidului de pereții conductei, în m;
- h_l - pierderi de sarcină locale, în m;
- L - lungimea conductei, în m;
- d - diametrul conductei, în m;
- V - viteza lichidului în conductă, în m/s;
- g - accelerația gravitației, în m/s^2;
- ξ - coeficient care exprimă rezistența diferitelor elemente care produc pierderi locale de sarcină pe traseul conductei (intrare în conductă, coturi, vane, reducții etc).

Transformarea energiei potențiale în energie cinetică. *Torricelli* a fost primul care a constatat, în baza legii conservării energiei, faptul că energia potențială ($\gamma \cdot h$) într-un punct (M) din masa de lichid este egală cu energia cinetică a unității de volum, la ieșirea lichidului printr-un orificiu. Prin urmare,

$$\gamma \cdot h = \frac{V^2}{2 \cdot g} \gamma \qquad (12.55)$$

BCU "ASTRA" SIBIU UNIVERSITY LIBRARY

sau

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \tag{12.56}$$

12.4 Aplicații ale hidraulicii în lucrările de îmbunătățiri funciare

Principiile stabilite la studiul stărilor de echilibru şi de mişcare ale lichidelor au o mulțime de aplicații în lucrările de îmbunătățiri funciare. O importanță deosebită o prezintă aplicațiile referitoare la determinarea debitului şi la dimensionarea canalelor (conductelor).

12.4.1 Determinarea debitelor pe canale şi cursuri naturale de apă

Debitul, notat în mod obişnuit cu literele (Q, q) reprezintă volumul de lichid care curge în unitatea de timp printr-o secțiune transversală considerată a albiei unui curs natural de apă, canal sau conductă.

Randamentul şi durata de funcționare a multor lucrări de îmbunătățiri funciare depind nemijlocit de precizia cu care s-a calculat debitul.

Având în vedere importanța majoră a determinării debitului, s-au stabilit diverse procedee de determinare care pot fi încadrate în două metode: metoda directă şi metoda indirectă.

Metoda directă cuprinde procedeul volumetric, procedeul care se bazează pe ecuația de continuitate şi procedeele care folosesc diferite construcții speciale sau dispozitive hidraulice (deversoare, stăvilare, apometre etc). Folosirea acestor procedee pentru determinarea debitului presupune măsurarea nemijlocită a unor mărimi (volum, timp, viteză, lungime etc) care apoi se combină astfel încât să rezulte ecuația dimensională a debitului.

Metoda indirectă cuprinde procedeele care se diferențiază, mai ales, în ceea ce priveşte metodologia de stabilire a valorilor precipitațiilor şi scurgerii în bazinele de recepție, a parametrilor hidraulici ai albiilor etc.

Procedeele directe se folosesc mai ales în lucrările de irigații, desecări şi drenaj.

Procedeul volumetric este specific determinării debitelor mici şi constă în măsurarea volumului de apă care trece printr-o secțiune într-o perioadă de timp ce se cronometrează. În acest caz, debitul rezultă efectuând raportul între volum (W) şi timp (t), adică:

$$Q = \frac{W}{t} \tag{12.57}$$

Procedeul care se bazează pe ecuația de continuitate constă în măsurarea vitezei apei şi a elementelor geometrice care permit calculul ariei secțiunii udate.

$$Q = \omega \cdot V \tag{12.58}$$

în care:

Q reprezintă debitul, în m^3/s;

ω - aria ocupată efectiv de apă în secțiunea de curgere (secțiunea udată), în m^2;

V - viteza medie de curgere a apei, în m/s.

La canale, aria secțiunii udate se calculează cu relațiile cunoscute din geometria plană (tab. 12.1) iar în cazul albiilor cursurilor naturale, valoarea lui (ω) se determină însumând ariile suprafețelor obținute prin împărțirea secțiunii transversale în figuri geometrice simple (fig. 12.10).

Tabelul 12.1

Relații pentru calculul unor elemente hidraulice ale canalelor cu diferite secțiuni transversale

Tipul secțiunii transversale	Secțiunea udată (ω)	Perimetrul udat (P)	Raza hidraulică (R)
Trapezoidală	$\omega = b \cdot h + m \cdot h^2$	$P = b + 2 \cdot h\sqrt{1+m^2}$	$R = \dfrac{b \cdot h + m \cdot h^2}{b + 2 \cdot h\sqrt{1+m^2}}$
Dreptunghiulară	$\omega = b \cdot h$	$P = b + 2 \cdot h$	$R = \dfrac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h}$
Triunghiulară	$\omega = m \cdot h^2$	$P = 2 \cdot h\sqrt{1+m^2}$	$R = \dfrac{m \cdot h}{2\sqrt{1+m^2}}$
Semicirculară	$\omega = \dfrac{\pi \cdot h^2}{2}$	$P = \pi \cdot h$	$R = \dfrac{h}{2}$
Parabolică	$\omega = \dfrac{2}{3} B \cdot h$	$P = B + \dfrac{8 \cdot h^2}{3 \cdot B}$	$R = \dfrac{B^2 \cdot h}{15 \cdot B^2 + 4 \cdot h^2}$

Determinarea vitezei apei se poate face cu ajutorul flotoarelor, cu tubul Pitôt, cu pendulul hidraulic, cu morișca hidrometrică etc. Pentru determinări mai riguroase se folosește, de regulă, morișca hidrometrică.

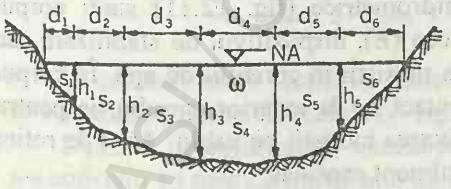


Fig. 12.10 Determinarea secțiunii udate la cursuri naturale de apă

$$s_1 = \frac{1}{2} d_1 \cdot h_1$$

$$s_2 = \frac{1}{2}(h_1 + h_2) d_2$$

$$\vdots$$

$$s_n = \frac{1}{2} h_{n-1} \cdot d_n$$

$$\omega = s_1 + s_2 + \cdots + s_n \qquad (12.59)$$

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tronsonul de albie (canal) pe care urmează să se determine viteza apei trebuie să fie rectiliniu, fără modificări ale secţiunii transversale, cu panta constantă şi fără construcţii hidrotehnice care să stânjenească mişcarea permanentă şi uniformă a apei în timpul măsurătorilor.

Instrument consacrat pentru măsurarea cu precizie a vitezei apei pe canale, morişca hidrometrică transformă, prin intermediul palelor unei elice sau a unor cupe conice, mişcarea de translaţie a masei de apă într-o mişcare de rotaţie a axului pe care este solidarizată elicea (cupele), astfel că între viteza curentului de apă şi turaţia rotorului moriştii există relaţia:

$$V = a \cdot n + b \tag{12.60}$$

în care:

V este viteza curentului de apă în punctul din secţiunea udată în care funcţionează morişca, în m/s;

$a; b$ - parametrii elicei folosite;

n - numărul de rotaţii într-o secundă ale rotorului moriştii.

La toate moriştile hidrometrice, principiul de funcţionare constă în semnalizarea (acustică şi/sau luminoasă) sau înregistrarea producerii într-un interval de timp (t) a aceluiaşi număr (N) de rotaţii ale axului solidar cu elicea, prin închiderea periodică a unui circuit electric. Aşadar, numărul de rotaţii într-o secundă (n) ale axului moriştii rezultă din relaţia:

$$n = \frac{N}{t} \tag{12.61}$$

Dacă se cronometrează intervalul de timp în care se produc mai multe semnalizări, atunci:

$$n = \frac{(S-1)N}{t} \tag{12.62}$$

în care:

n este numărul de rotaţii într-o secundă ale axului moriştii;

S - numărul de semnale emise în timpul cronometrat;

N - numărul constant de rotaţii ale axului între două semnalizări consecutive;

t - timpul în care s-au emis (S) semnalizări, în secunde.

Părţile componente ale moriştii hidrometrice (fig. 12.11) sunt: corpul moriştii (CM), axul de rotire (AR), elicea (E), dispozitivul de stabilizare sau ampenajul (A) şi tija (T) pentru fixarea moriştii în curentul de apă. În corpul moriştii este montat mecanismul de contact iar la exterior, şuruburile pentru fixarea pe tijă sau dispozitivul pentru fixarea moriştii pe cablu. Axul de rotire este solidar cu elicea şi se mişcă pe un rulment capsulat.

Morişca hidrometrică cu semnalizare acustică şi optică, tip Jetowski, are la partea superioară a corpului două borne de contact, dintre care una izolată de corpul moriştii, la care se leagă polul pozitiv al bateriei. Mecanismul de contact

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

din interiorul corpului moriştii este un pinion cu 20 de dinţi, pe axul căruia este fixat un disc de ebonită, prevăzut cu un ştift. Printr-o tijă conductoare, izolată de corpul moriştii este legat la sursa de curent electric (4,5 V) arcul de contact. La fiecare 20 de rotaţii ale elicei, care corespund unei singure rotaţii a pinionului dinţat, circuitul electric se închide şi se produce semnalizarea.

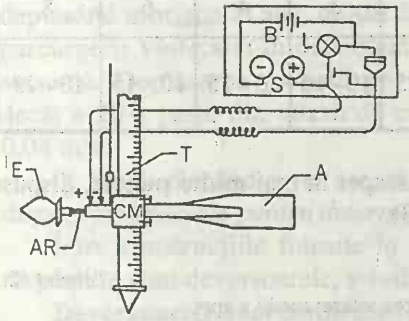


Fig. 12.11 Schema de principiu a moriştii hidrometrice.
CM - corpul moriştii; *AR* - axul de rotire; *E* - elicea; *A* - ampenajul; *T* - tija de fixare a moriştii; *B* - baterie de curent electric; *S* - sonerie; *B* - lampă (bec)

Măsurătorile cu morişca hidrometrică în curentul de apă din secţiunea transversală a canalului sunt precedate de: fixarea locului pentru determinări, marcarea secţiunii transversale prin pichetarea coronamentului şi taluzurilor interioare ale canalului (fig. 12.12), curăţirea secţiunii de vegetaţie şi eventuale corpuri străine scufundate şi montarea unui cablu, pe care se fixează cârlige sau noduri pentru materializarea verticalelor de sondaj.

În cazurile când adâncimea apei în canal este mai mică de 3÷4 m, fixarea moriştii în canal, la adâncimea de sondaj, se realizează folosind tija metalică a instrumentului. Tija, divizată în unităţi de lungime, se compune din tronsoane de câte 100÷150 cm; primul tronson (de jos) este prevăzut la partea inferioară cu o talpă limitatoare de înfigere în pământ.

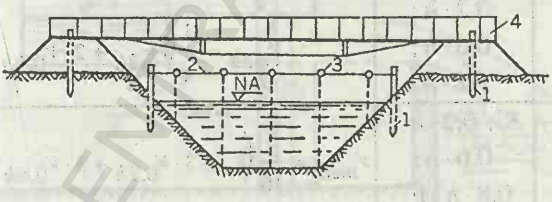


Fig. 12.12 Secţiune amenajată pentru determinări de viteze cu morişca hidrometrică
1 - picheţi; 2 - cablu; 3 - cârlige; 4 - pasarelă mobilă.

La canalele mari, secţiunile transversale în care se efectuează determinările, se echipează cu pasarele mobile (v. fig. 12.12) sau cu podeţe suspendate.

Datorită neuniformităţii vitezei apei în secţiunea transversală a canalului, s-a convenit ca metodă universală de lucru cu morişca hidrometrică, explorarea câmpului de viteze pe mai multe verticale de sondaj şi la diferite adâncimi ale apei. Verticalele de sondaj se poziţionează echidistanţat iar numărul lor depinde de lăţimea oglinzii apei (tab. 12.2).

Tabelul 12.2

Numărul şi distanţele dintre verticalele de sondaj
(după *Nicolau C.* ş. a., 1983)

Lăţimea la luciul apei (m)	0 - 2	2 - 5	5 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100
Distanţa între verticale (m)	0,5	0,5 - 1	1 - 2	2	3	4	6	8
Numărul verticalelor de sondaj	2 - 3	3 - 5	5 - 10	10 -15	10 - 15	10 - 15	10 - 15	10 - 15

Pe fiecare verticală se determină viteza apei în mai multe puncte, dispuse în funcţie de adâncimea (h) a apei (tab. 12.3).

Tabelul 12.3

Date necesare pentru determinarea vitezei medii a apei
în secţiunea udată a canalului

Adâncimea (h) a apei în canal (m)	Nr. de determinări	Adâncimile relative de determinare a vitezelor (m)	Relaţia de calcul a vitezei medii (m/s)
< 0,2	1	$0,6 \cdot h$	$V_{med} = V_{0,6\,h}$
0,21-0,40	2	$0,2 \cdot h$; $0,8 \cdot h$	$V_{med} = \frac{1}{2}\left(V_{0,2h} + V_{0,8h}\right)$
0,41-0,80	3	$0,2 \cdot h$; $0,6 \cdot h$; $0,8 \cdot h$	$V_{med} = \frac{1}{4}\left(V_{0,2h} + 2 \cdot V_{0,6h} + V_{0,8h}\right)$
> 0,80	5	S*; $0,2 \cdot h$; $0,6 \cdot h$; $0,8 \cdot h$; F**	$V_{med} = \frac{1}{10}\left(V_s + 3 \cdot V_{0,2h} + 3 \cdot V_{0,6h} + 2 \cdot V_{0,8h} + V_f\right)$

* la suprafaţă; ** la fund.

Pentru determinarea vitezei la suprafaţă, elicea moriştii trebuie să se situeze imediat sub luciul apei iar în cazul vitezei de fund, morişca se poziţionează cu elicea la circa 5 cm deasupra fundului canalului.

În fiecare punct de pe verticalele de sondaj, determinările se fac de două ori, deplasând morişca de sus în jos şi de jos în sus. Se ia în considerare media aritmetică dacă diferenţa între cele două valori este mai mică de 5%, altfel se

BCU "I. C. BRĂTIANU" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

repetă determinările. Dacă şi după repetarea măsurătorilor, diferenţa între cele două valori depăşeşte 5 % se calculează media aritmetică a celor patru determinări. Durata optimă (t) de determinare, într-o poziţie a moriştii este de 100 - 120 secunde.

Pentru măsurători expeditive, de mai mică precizie, viteza medie a apei poate fi determinată, pe verticală, prin aşa numita *metodă a integrării*, deplasând morişca în apă, de sus în jos şi de jos în sus. Cronometrând timpul parcurgerii verticalei în cele două sensuri, se poate calcula turaţia medie pe secundă. Deplasarea moriştii pe verticală se face lent, cu viteza mai mică decât a 20-a parte din viteza de curgere a apei pe canal sau cu mai puţin de 0,04 m/s.

O largă răspândire o are şi *procedeul care foloseşte construcţii sau dispozitive speciale pentru determinarea directă a debitului* pe canale.

Între construcţiile folosite la determinarea debitului pe canale, cele mai răspândite sunt deversoarele, stăvilarele şi apometrele speciale.

Deversoarele sunt construcţii hidrotehnice dispuse într-un curent de lichid cu suprafaţa liberă, în scopul menţinerii în bieful amonte a unui nivel constant sau pentru măsurarea debitelor (STAS-3061-56). Se caracterizează printr-o secţiune cu suprafaţa liberă (fig. 12.13), mărginită lateral de două flancuri (AC) şi (BD) şi la partea inferioară de un prag (AB), situat la o cotă superioară fundului recipientului sau canalului cu valoarea (p), numită înălţimea pragului deversorului, peste care lichidul curge sub forma unei lame, cu grosimea (h), care reprezintă sarcina de curgere.

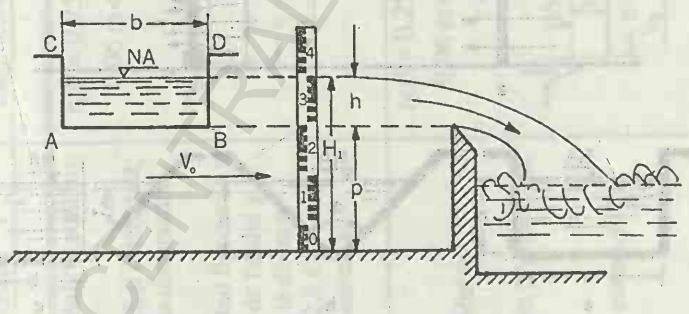


Fig. 12.13 Schema de principiu a unui deversor

Deversoarele se pot clasifica după mai multe criterii (fig. 12.14).

Deversoarele cele mai folosite pentru măsurarea debitului pe canalele din amenajările de îmbunătăţiri funciare, sunt cele cu secţiunea rectangulară, trapezoidală şi/sau triunghiulară. Condiţiile de folosire pentru determinarea debitului cu o precizie satisfăcătoare şi relaţiile de calcul sunt prezentate în tabelul 12.4.

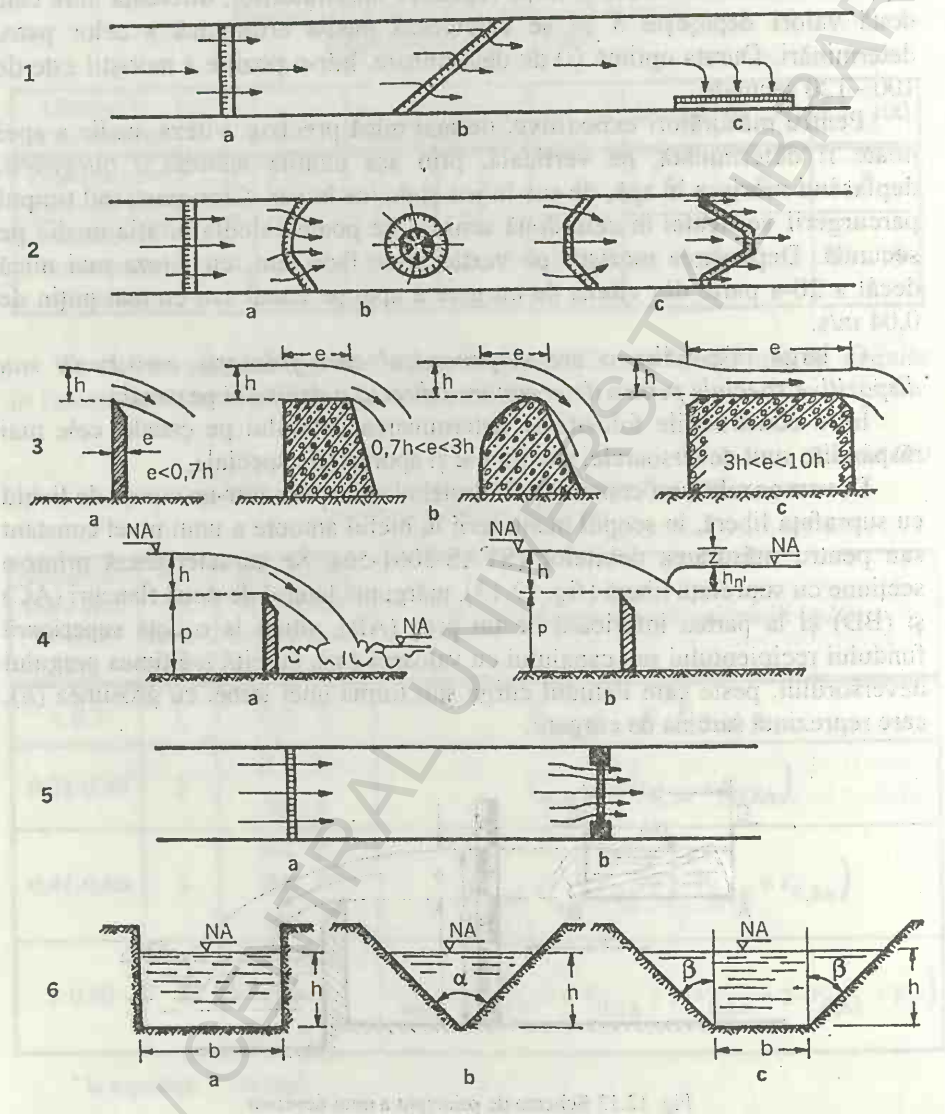
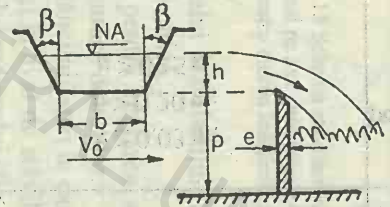
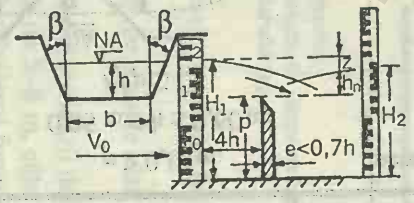


Fig. 12.14 Clasificarea deversoarelor

1 - în funcţie de poziţia crestei faţă de direcţia curentului: a. normale; b. oblice; c. laterale (paralele); **2** - în funcţie de forma crestei: a. rectilinii; b. curbilinii; c. poligonale; **3** - în funcţie de grosimea şi profilul pragului: a. cu prag subţire (cu muchie ascuţită); b. cu profil practic; c. cu prag lat; **4** - în funcţie de condiţiile curgerii: a. neînecat; b. înecat; **5** - în funcţie de accesul lichidului la deversor: a. fără contracţie laterală; b. cu contracţie laterală; **6** - în funcţie de forma secţiunii: a. dreptunghiulare; b. triunghiulare; c. trapezoidale

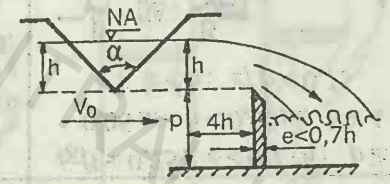
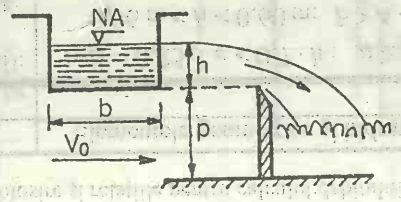
BCU "I. CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Condiţiile de folosire şi relaţiile pentru calculul debitului pe canale cu ajutorul deversoarelor

Tipul deversorului	Elementele geometrice şi hidraulice	Relaţiile de calcul
1	2	3
Deversorul trapezoidal (Cipolletti): - cu muchia ascuţită şi orizontală; - neînecat, cu pânza deversantă aerisită; - cu contracţie, având flancurile şi creasta depărtate de fundul şi pereţii canalului, la distanţa aproximativă de 2,5 h; - aşezat normal în curent şi vertical.	$tg\beta = 0{,}25$; $e < 0{,}7 \cdot h$; $p \geq 2 \cdot h$; $0{,}06\ \text{m} < h < 0{,}60\ \text{m}$; $b \geq 4 \cdot h$.  	$Q = 1{,}86 \cdot b \cdot h^{1,5}$ (m³/s), la viteza de apropiere a apei $V_0 < 0{,}2$ m/s; $Q = 1{,}90 \cdot b \cdot h^{1,5}$ (m³/s), la viteza de apropiere a apei $V_0 > 0{,}2$ m/s.
Deversorul trapezoidal (Cipolletti): - cu muchia ascuţită şi orizontală; - înecat; - cu contracţie; - aşezat normal în curent şi vertical.	$tg\beta = 0{,}25$; $e < 0{,}7 \cdot h$; $p \geq 2 \cdot h$; $0{,}06\ \text{m} < h < 0{,}60\ \text{m}$; $b \geq 4 \cdot h$; $z < h$; $z/p < 0{,}75$.  	$Q = 1{,}90 \cdot \sigma \cdot b \cdot h^{1,5}$ (m³/s); $\sigma = \sqrt{1{,}23 - K^2} - 0{,}127$ (coeficient de înecare) $K = h_n / h$.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 12.4 (continuare)

1	2	3
Deversorul triunghiular: (Thomson): - cu muchie ascuțită; - neînecat; - așezat normal în curent și vertical (se folosește pentru măsurarea debitelor mai mici de 0,5 m^3/s).	$p \geq 0{,}10$ m; $0{,}05\ \text{m} \leq h \leq 0{,}60$ m; $h/p \leq 1{,}2$. 	pentru $\alpha = 90°$: $Q = 1{,}4 \cdot h^{2,5}$ (m^3/s) sau $Q = 1{,}34 \cdot h^{2,47}$ m^3/s (dacă $h + p > 3 \cdot h$ și $B > 5 \cdot h$, în care, B este lățimea albiei dreptunghiulare). pentru $\alpha = 45°$: $Q = 0{,}7 \cdot h^{2,5}$ (m^3/s)
Deversorul dreptunghiular: - cu muchie ascuțită; - neînecat; - așezat normal în curent și vertical; - fără contracție laterală.	$h \geq 0{,}03$ m; $b \geq 0{,}20$ m; $p \geq 0{,}15$ m.	$Q = 1{,}84 \cdot b \cdot h^{1,5}$ (m^3/s), pentru $V_0 < 1$ m/s; $Q = 1{,}84 \cdot b\left[\left(h + \frac{V_0^2}{2 \cdot g}\right)^{1,5} - \left(\frac{V_0^2}{2 \cdot g}\right)^{1,5}\right]$ (m^3/s) pentru $V_0 > 1$ m/s.
Deversorul dreptunghiular: - cu muchie ascuțită; - neînecat; - așezat normal în curent și vertical; - cu contracție laterală.		$Q = 1{,}84 \cdot h^{1,5}(b - 0{,}2 \cdot h)$ (m^3/s) pentru $V_0 < 1$ m/s; $Q = 1{,}84\left[\left(h + \frac{V_0^2}{2 \cdot g}\right)^{1,5} - \left(\frac{V_0^2}{2 \cdot g}\right)^{1,5}\right](b - 0{,}2 \cdot h)$ (m^3/s) pentru $V_0 > 1$ m/s.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Stăvilarele (stavilele) sunt construcţii hidrotehnice cu deschiderea reglabilă, formată dintr-un oblon care poate fi deplasat vertical pe două ghidaje laterale, fixate prin umplutură de beton sau prin zidărie în pereţii laterali ai canalelor (fig. 12.15). Sunt şi stăvilare cu mai multe obloane.

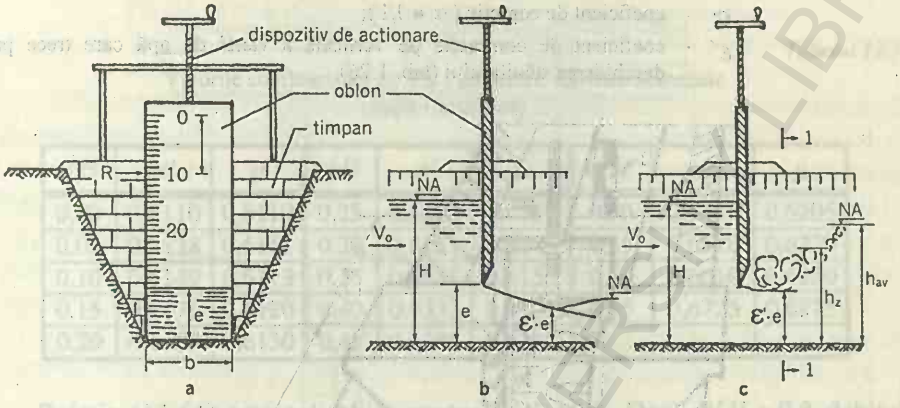


Fig. 12.15 Schema stăvilarului folosit ca debitmetru
a - vedere în profil transversal pe axa canalului; b - curgerea neînecată; c - curgerea înecată;
R - reper pentru citirea înălţimii deschiderii stăvilarului (e).

Mişcarea oblonului stăvilarului în plan vertical se poate face prin acţionare manuală sau electrică.

Stăvilarele servesc pentru reglarea nivelului apei pe canale dar pot fi adaptate şi în scopul măsurării debitelor.

Pentru măsurarea adâncimii apei în canal în vederea determinării debitului, se instalează în amonte şi în aval de stăvilar, la distanţa de 5÷8 m, câte o mină care are cota *0,00* la nivelul radierului (fig. 12.16). Dacă stăvilarul funcţionează neînecat nu este necesară mira în bieful aval.

Înălţimea de ridicare a oblonului (deschiderea stăvilarului) se citeşte pe mira fixată pe timpanul din beton al stăvilarului sau pe oblon.

Stăvilarele pot funcţiona neînecat sau înecat. În cazul funcţionării neînecate, relaţia pentru calculul debitului este:

$$Q = \mu \cdot b \cdot e\sqrt{2 \cdot g\left(H_0 - \varepsilon' \cdot e\right)} \qquad (12.63)$$

în care:

Q este debitul stăvilarului, în m^3/s;
μ - coeficientul de debit al stăvilarului (tab. 12.5);
b - lăţimea stăvilarului, în m;
e - înălţimea deschiderii stăvilarului, în m;
g - acceleraţia gravitaţiei (9,81 m/s^2);

$$H_0 = H + \frac{\alpha \cdot V_0^2}{2 \cdot g}, \text{ în m;}$$

H - adâncimea apei în canal, citită pe mira din amonte de stăvilar, în m;

V_0 - viteza de apropiere, în m/s;

α - coeficient de corecție ($\alpha \approx 1{,}1$);

ε' - coeficient de contracție pe verticală a vânei de apă care trece prin deschiderea stăvilarului (tab. 1.26).

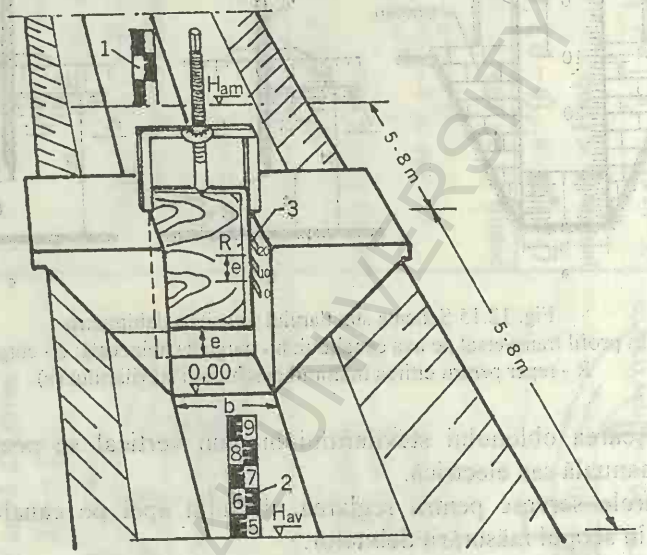


Fig. 12.16 Adaptarea pentru debitmetrie a unui stăvilar
1 - mira amonte; 2 - mira aval; 3 - miră pentru determinarea deschiderii stăvilarului (e).

Valorile coeficientului(ε') stabilite teoretic în funcție de raportul (e/H), pentru $e/H \leq 0{,}65$, precum și valorile medii ale coeficientului de debit (μ) determinate experimental, sunt prezentate în tabelul 12.5.

Când stăvilarul funcționează înecat, debitul se calculează cu formula:

$$Q = \mu \cdot b \cdot e\sqrt{2 \cdot g(H_0 - h_z)} \qquad (12.64)$$

în care:

Q, μ, b, e, g, și H_0 au semnificația din relația (12.63);

h_z este grosimea stratului de apă în secțiunea *1-1* (v. fig. 12.15);

în care:

$$h_z = \sqrt{h_{av}^2 - M(H_0 - 0{,}25 \cdot M)} + 0{,}5 \cdot M \qquad (12.65)$$

în care:

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$M = \frac{4 \cdot \mu^2 \cdot e^2 (h_{av} - h_c)}{h_{av} \cdot h_c} \qquad (12.66)$$

în care:

$$h_c = \varepsilon' \cdot e$$

Tabelul 12.5

Valorile coeficienților (ε') și (μ) pentru stăvilare neînecate (după *Certousov*)

e/H	ε'	μ	e/H	ε'	μ	e/H	ε'	μ
0,00	0,6110	0,6110	0,25	0,6220	0,6137	0,50	0,6445	0,6205
0,05	0,6128	0,6111	0,30	0,6251	0,6143	0,55	0,6520	0,6229
0,10	0,6149	0,6113	0,35	0,6288	0,6155	0,60	0,6610	0,6250
0,15	0,6170	0,6120	0,40	0,6333	0,6169	0,65	0,6725	0,6275
0,20	0,6193	0,6130	0,45	0,6385	0,6185	-	-	-

Relația (12.64) este aplicabilă pentru $e/H < 0{,}8$. Dacă $e/H > 0{,}8$ debitul se calculează cu formula:

$$Q = \mu \cdot b \cdot e \sqrt{2 \cdot g (H_0 - h_{av})} \qquad (12.67)$$

Pentru determinarea efectivă a debitului:

- ✓ se citesc valorile adâncimii apei din canal (H) și (h_{av}) pe mirele instalate în amonte și în aval de stăvilar; dacă stăvilarul funcționează neînecat, adâncimea apei în bieful aval nu este necesar să fie cunoscută;
- ✓ se citește pe mira stăvilarului înălțimea deschiderii (e) creată prin ridicarea oblonului și (dacă nu este cunoscută) se măsoară lățimea (b) a secțiunii de curgere;
- ✓ se efectuează calculul debitului cu relațiile precizate.

Apometrele speciale de diferite tipuri (Parshall, Marchi, automat etc) sunt instalații mai complexe pentru măsurarea debitelor pe canale. Ele permit determinarea comodă a debitului, cu o precizie satisfăcătoare.

12.4.2 Determinarea debitului în conductele sub presiune (forțate)

În conductele în care apa se găsește sub presiune, măsurarea debitului se efectuează cu ajutorul debitmetrelor. Dispozitivele care conferă calitatea de debitmetru sunt: diafragma circulară, ajutajul și venturimetrul.

Dacă la un astfel de dispozitiv se atașează un mecanism care permite citirea directă a debitului, se realizează un debitmetru.

În principiu, aceste dispozitive funcționează pe baza teoremei lui *Bernoulli* conform căreia, dacă o parte din energia potențială a apei este transformată în

energie cinetică, se înregistrează o pierdere de înălțime (adică o micșorare a energiei potențiale de poziție și datorită presiunii). Această pierdere de sarcină este compensată prin majorarea vitezei apei care curge prin secțiuni cu contracție și este proporțională cu debitul care trece prin secțiunea micșorată.

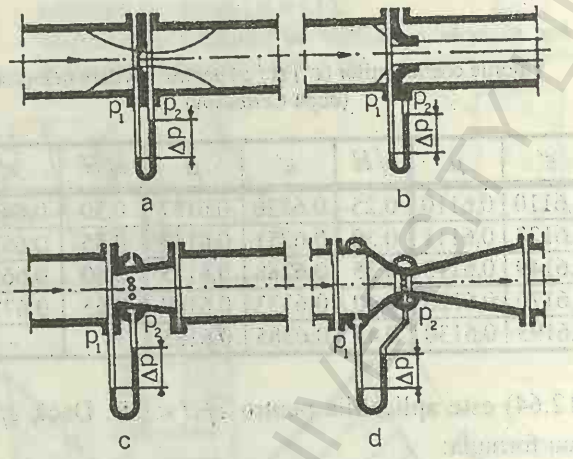


Fig. 12.17 Dispozitive pentru măsurarea debitului în conductele sub presiune
a - diafragmă circulară; b - ajutaj; c, d - tuburi Venturi

Relația de calcul a debitului în cazul dispozitivelor din figura 12.17 este:

$$Q = \mu \cdot \omega_c \sqrt{2 \cdot g \left(h_1 - h_2\right)} \qquad (12.68)$$

în care:

Q reprezintă debitul în conducta sub presiune, în m^3/s;

μ - coeficientul de debit ($\mu = 0{,}62$ pentru diafragme circulare cu contracția completă și $\mu = 0{,}98 \div 1{,}02$ pentru ajutaje cu raportul dintre diametrul ajutajului și cel al conductei egal cu 0,7);

ω_c - aria secțiunii care asigură contracția, în m^2;

h_1-h_2 - diferența dintre presiunea din amonte și respectiv din aval de diafragmă sau de ajutaj, în m.

12.4.3 Dimensionarea canalelor și a conductelor sub presiune

Canalele folosite în lucrările de îmbunătățiri funciare sunt construcții hidrotehnice, din pământ sau din alte materiale, pentru transportul gravitațional al apei în diferite scopuri (irigații, desecări, prevenirea și combaterea eroziunii solului, etc). Cele mai răspândite sunt canalele din pământ cu secțiunea transversală trapezoidală care, din punct de vedere constructiv, pot fi: în *rambleu*, în *debleu-rambleu*, și în *debleu* (fig. 12.18).

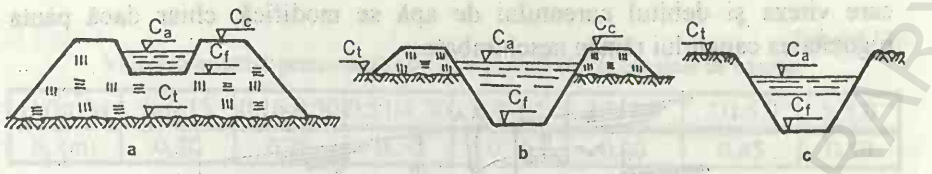


Fig. 12.18 Secţiuni transversale trapezoidale ale canalelor din pământ
1 - secţiune în rambleu; 2 - secţiune debleu-rambleu; 3 - secţiune în debleu.

Dimensionarea, executarea şi funcţionarea canalelor depind de **elementele geometrice şi hidraulice** ale acestora, între care fac parte: lăţimea relativă, lăţimea la partea inferioară a secţiunii transversale, adâncimea apei în canal, înălţimea de siguranţă, lăţimea la coronament a digurilor canalului, lumina canalului, înălţimea coronamentului canalului, valorile taluzurilor, aria secţiunii udate, perimetrul udat, raza hidraulică, coeficientul de rugozitate, panta canalului, viteza apei şi debitul.

Dacă se consideră secţiunea transversală trapezoidală a unui canal din pământ, se evidenţiază şi alte elemente geometrice constructive (fig. 12.19).

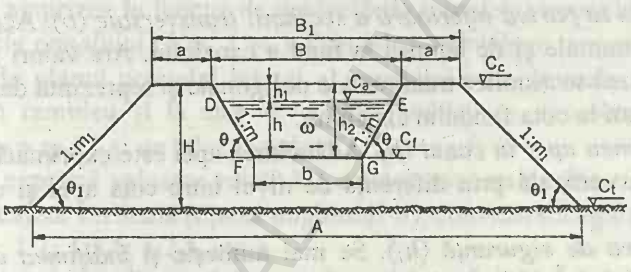


Fig. 12.19 Secţiunea transversală a unui canal de irigaţie.
b - lăţimea la partea inferioară a secţiunii transversale (lăţimea la fund a canalului); h - adâncimea apei în canal; h_1 - înălţimea de siguranţă; h_2 - adâncimea secţiunii canalului; a - lăţimea coronamentului digurilor; B - lumina canalului; B_1 - lăţimea canalului între muchiile exterioare ale celor două diguri; m - coeficientul taluzului interior; m_1 - coeficientul taluzului exterior; ω - secţiunea udată; H - înălţimea coronamentului canalului; C_c - cota coronamentului canalului; C_f - cota fundului canalului; C_a - cota apei în canal; C_t - cota terenului; A - lăţimea amprizei canalului

În mod riguros, secţiunea transversală reprezintă secţiunea normală pe direcţia generală de mişcare a curentului considerat unidimensional, dar în calculele hidraulice se foloseşte, de regulă, secţiunea transversală verticală care trece prin linia de cotă minimă a secţiunii normale. Diferenţa între cele două secţiuni este neglijabilă dacă unghiul pe care îl face linia fundului canalului cu orizontala este mic (fig. 12.20).

Secţiunile transversale trapezoidale şi rectangulare de o anumită mărime pot avea o mulţime de forme, determinate de variaţia concomitentă şi în sens contrar a dimensiunilor (b) şi (h). Raportul $\beta = b/h$ reprezintă lăţimea relativă a canalului. Variind raportul β se pot obţine secţiuni transversale echivalente în

care viteza şi debitul curentului de apă se modifică, chiar dacă panta şi rugozitatea canalului rămân neschimbate.

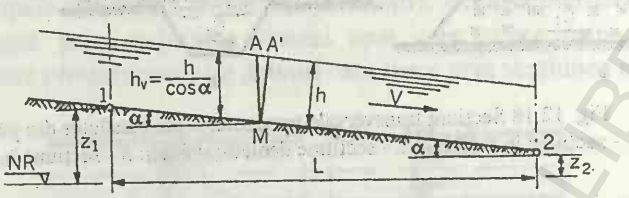


Fig. 12.20 Secţiune longitudinală printr-un canal.
A'M - secţiune transversală normală; AM - secţiune transversală verticală.

Pentru o anumită valoare a raportului $\beta = b/h$ se obţine secţiunea transversală prin care trece volumul de apă maxim în unitatea de timp. Această secţiune se numeşte *secţiunea optimă din punct de vedere hidraulic*. Aşadar, este optimă din punct de vedere hidraulic secţiunea care, la o suprafaţă udată dată, transportă debitul cel mai mare, în condiţiile când panta şi rugozitatea rămân constante.

Lăţimea la partea inferioară a secţiunii transversale (b). Acest parametru mai poartă numele şi de lăţimea la fund a canalului. Are valori semnificative numai în cazul secţiunilor transversale poligonale şi reprezintă depărtarea între pereţii laterali la cota fundului canalului.

Adâncimea apei în canal (h). Adâncimea apei este exprimată în secţiunea transversală verticală prin diferenţa de nivel între cota apei şi cota fundului canalului.

Înălţimea de siguranţă (h_1). Se mai numeşte şi *înălţimea de gardă* sau *garda canalului*. Înălţimea de siguranţă reprezintă la canalele în rambleu şi la cele în debleu-rambleu, diferenţa de nivel, în secţiunea transversală, între cota coronamentului şi cota apei. La canalele în debleu, înălţimea de siguranţă este diferenţa de nivel între cota terenului şi cota apei.

Înălţimea de siguranţă (h_1) are rolul să asigure transportul debitului pentru care a fost dimensionat canalul şi după colmatarea parţială a secţiunii acestuia precum şi să permită transportul unui debit suplimentar provenit din ploi sau din reglarea necorespunzătoare a nivelului apei. Valoarea înălţimii de siguranţă (h_1) se stabileşte în funcţie de debitul şi rolul funcţional al canalului (tab. 12.6).

Lăţimea la coronament a digurilor canalului (a). La canalele construite în rambleu sau în debleu-rambleu trebuie să se asigure digurilor laterale lăţimea la coronament (a) care să permită funcţionarea normală a canalelor. Dependentă de înălţimea rambleului, această dimensiune poate fi de 0,5÷1,5 m. În funcţie de adâncimea apei în canal (h), lăţimea la coronament (a) a digurilor canalului se poate calcula cu relaţia:

$$a = 0{,}15 + h \qquad (12.69)$$

Tabelul 12.6

Valori orientative pentru înălțimea de siguranță (h_l) la canalele de irigație

Q (m^3/s)	0-0,15	0,16-0,50	0,51-1,30	1,4-1,6	1,7-1,9	3,0-5,0	> 5,0
h_l (m)	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50

Lumina canalului (*B*). Lumina canalului exprimă, în secțiunea transversală, depărtare între muchiile interioare ale digurilor laterale, la cota coronamentului canalului. Este, ca și lățimea la coronament, o dimensiune constantă de-a lungul traseului canalului.

Lățimea amprizei canalului (*A*). Este depărtarea între pereții exteriori ai canalului la cota terenului. Această dimensiune variază în diferitele puncte ale canalului în funcție de microrelieful terenului pe traseul canalului.

Înălțimea coronamentului canalului (*H*). Această dimensiune se evidențiază numai la canalele construite în rambleu sau debleu-rambleu și reprezintă în secțiunea transversală, diferența de nivel între cota coronamentului și cota terenului. Pe traseul canalului, valoarea lui (*H*) variază, ca și lățimea amprizei, în funcție de denivelările suprafeței terenului.

Taluzurile canalului (*1:m; 1:m*$_1$). Prin taluz se înțelege tangenta unghiului (θ) format de planul peretelui lateral al canalului cu orizontala. La canalele construite în rambleu și la cele în debleu-rambleu se deosebesc: un taluz interior ($1: m = tg\ \theta$) și un taluz exterior ($1: m_1 = tg\ \theta_1$).

Taluzul exprimă valoarea relativă a catetei orizontale, alăturate unghiului (θ), față de cateta verticală (opusă unghiului θ), considerată egală cu unitatea (de exemplu: 1:1; 1:1,5; 1:2,5, etc.).

În calculele hidraulice se folosește frecvent coeficientul de taluz (*m*), care reprezintă inversul taluzului, adică $\frac{1}{tg\theta} = ctg\theta = m$.

La canalele construite din pământ, valoarea coeficientului de taluz (*m*) se stabilește în funcție de textura materialului de construcție și de tipul canalului (tab. 12.7; 12.8; 12.9).

Secțiunea udată (ω). Secțiunea udată sau secțiunea muiată este partea ocupată cu apă din secțiunea transversală totală a canalului. În figura 12.19, secțiunea udată (ω) este aria suprafeței delimitată de conturul DEFG. Pentru canalele trapezoidale:

$$\omega = (b + m \cdot h)h \qquad (12.70)$$

în care:

- ω - este aria secțiunii udate, în m^2;
- b - lățimea la fund a canalului, în m;
- m - coeficientul de taluz;
- h - adâncimea apei în canal, în m.

BCU IAȘI - BIBLIOTECA CENTRALĂ

Tabelul 12.7

Valorile coeficientului de taluz (m şi m_1) la canalele de irigaţii

Textura materialului de construcţie a canalului	2,0 $m^3/s < Q <$ 10,0 m^3/s		0,5 $m^3/s < Q <$ 2,0 m^3/s		$Q <$ 0,5 m^3/s	
	Coeficientul de taluz		Coeficientul de taluz		Coeficientul de taluz	
	m	m_1	m	m_1	m	m_1
Argiloasă, luto-argiloasă şi lutoasă	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	0,75
Luto-nisipoasă	1,25	1,00	1,25	1,00	1,00	1,00
Nisipo-lutoasă	1,50	1,25	1,50	1,25	1,25	1,00
Nisipoasă	2,00	1,75	1,75	1,50	1,50	1,25

Tabelul 12.8

Valorile coeficientului de taluz (m) la canalele de irigaţii în debleu şi la canalele de evacuare

Textura materialului de construcţie a canalului	Canalele de irigaţii când adâncimea apei este:			Canalele de colectare şi evacuare
	< 1 m	1÷2 m	2÷3 m	
Argiloasă, luto-argiloasă şi lutoasă	1,00	1,00	1,25	1,00
Luto-nisipoasă	1,25	1,25	1,50	1,25
Nisipo-lutoasă	1,50	1,50	1,75	1,50
Nisipoasă	1,75	2,00	2,25	1,75

Tabelul 12.9

Valorile coeficientului de taluz (*m*) la canalele de desecare

Textura materialului de construcţie a canalului	Recipiente	Canale colectoare şi de centură când adâncimea apei este:		Şanţuri de regularizare
		0,8÷1,5 m	> 1,5 m	
Argilo-lutoasă	1,25-1,50	1,00-1,25	1,00-1,25	0,7-1,00
Luto-argiloasă	1,50-1,75	1,00-1,25	1,25-1,50	1,00
Lutoasă	1,50-1,75	1,00-1,25	1,00-1,50	1,00-1,25
Luto-nisipoasă	1,75-2,00	1,50	1,50-1,75	1,25-1,50
Nisipo-lutoasă	1,75-2,00	1,25-1,50	1,50-1,75	1,25-1,50

Perimetrul udat (*P*). Se mai numeşte şi perimetrul muiat. Perimetrul udat reprezintă lungimea conturului, în secţiunea transversală a canalului, care este în contact cu apa, adică lungimea liniei de contact a apei cu fundul şi pereţii laterali ai canalului, linie determinată de planul normal pe direcţia de curgere.

BCU "ALECU RUSSO" UNIVERSITY LIBRARY

$$P = b + m' \cdot h \qquad (12.71)$$

în care:

P este perimetrul udat, în m;

b - lățimea la fund a canalului, în m;

h - adâncimea apei în canal, în m;

$m' = 2\sqrt{1+m^2}$

Valorile lui (m'), numit și *coeficientul secund de taluz* al canalului, sunt calculate, pentru coeficienții de taluz uzuali, în tabelul 12.10.

Tabelul 12.10

Valorile lui (m') în funcție de (m)

m'	2,00	2,04	2,06	2,11	2,33	2,50
m	0,00	0,20	0,25	0,33	0,50	0,75
m'	2,83	3,20	3,60	4,03	4,47	5,38
m	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50

Raza hidraulică (R). Raza hidraulică exprimă raportul dintre secțiunea udată și perimetrul udat.

$$R = \frac{\omega}{P} \qquad (12.72)$$

în care:

R este raza hidraulică, în m;

ω - aria secțiunii udate, în m^2;

h - perimetrul udat, în m.

În formula debitului $Q = \omega \cdot C\sqrt{R \cdot I}$ se observă că pentru aceeași secțiune udată (ω), același coeficient de viteză (C) și aceeași pantă (I), debitul este maxim dacă raza hidraulică (R) are valoarea cea mai mare. Această condiție este îndeplinită dacă perimetrul udat este minim.

Dintre toate figurile, închizând aceeași arie, cercul are perimetrul udat minim și deci, pentru un canal cu curgere liberă, secțiunea corespunzătoare (secțiunea optimă din punct de vedere hidraulic) este semicercul. În acest caz, raza hidraulică este jumătate din raza cercului sau jumătate din adâncimea apei în canal, adică: $R = \frac{r}{2} = \frac{h}{2}$.

Întrucât la canalele din pământ, forma semicirculară este greu de executat și de întreținut, se întrebuințează forma poligonală care, de cele mai multe ori, este un trapez. Dintre trapeze, jumătatea hexagonului regulat corespunde perimetrului udat minim deoarece hexagonul regulat se circumscrie cercului.

În practică, taluzurile canalelor din pământ se execută ținând seama de condiția de stabilitate, de caracteristicile îmbrăcămintei de protecție a pereților canalului etc, încât trapezul isoscel cu $\theta = 60°$ și $m = ctg\ 60°$ nu constituie decât un caz particular de secțiune hidraulic optimă. De aceea, se pune problema să se găsească secțiunea (ω) care, pentru un anumit coeficient de taluz (m), să fie optimă din punct de vedere hidraulic.

Se demonstrează că orice trapez poate să reprezinte o secțiune optimă din punct de vedere hidraulic, cu condiția ca lățimea relativă $\beta = \frac{b}{h}$ să aibă valoarea $\beta_0 = m' - 2 \cdot m$ (tab. 12.11), adică perimetrul udat să fie circumscris unui semicerc cu diametrul la suprafața liberă a curentului de apă.

Tabelul 12.11

Valorile (β_0) pentru secțiunile trapezoidale optime din punct de vedere hidraulic

m	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00
β_0	1,33	1,00	0,83	0,70	0,60	0,53	0,47	0,38	0,32

Coeficientul de rugozitate (γ, n). Coeficientul de rugozitate este mărimea adimensională ce exprimă gradul în care fundul și pereții albiei (canalului) stânjenesc curgerea apei. În funcție de natura pereților și fundul albiei (canalului), s-au determinat experimental valorile diferitelor categorii de rugozitate.

La noi în țară se folosesc frecvent valorile coeficientului de rugozitate (γ) propuse de Bazin (tab. 12.12) și cele ale coeficientului de rugozitate (n) stabilite de Pavlovski (tab. 12.13).

Tabelul 12.12

Valorile coeficientului de rugozitate (γ)
(după *Bazin*)

Nr. crt.	Natura pereților și fundului canalului	γ
1	Fund și pereți foarte netezi, ca scândura geluită, sticla, tabla sau ca betonul tencuit și sclivisit.	0,06
2	Fund și pereți netezi ca scândura negeluită sau ca betonul tencuit simplu.	0,16
3	Fund și pereți căptușiți cu moloane sau cu cărămizi așezate pe lat și rostuite cu ciment.	0,45
4	Canale de pământ săpate recent sau căptușite cu pereu de piatră rostuit cu mortar de ciment.	0,85
5	Canale săpate în pământ, cu fund și pereți bine întreținuți, fără buruieni	1,30
6	Canale cu fundul și pereții înierbați sau albii de râu cu bolovani și/sau invadate cu buruieni.	1,75
7	Albii de râu cu bolovani, gropi și buruieni.	2,50

Tabelul 12.13

Valorile coeficientului de rugozitate (n)
(după *Pavlovski N. N.*)

Nr. crt.	Caracteristicile canalelor	Canale de irigații	
		n	$1/n$
1	Tencuială cu ciment sclivisit.	0,0100	100,0
2	Zidărie din piatră necioplită sau beton simplu.	0,0170	58,0
3	Zidărie din piatră uscată.	0,0200	50,0
4	Canale cu rugozitatea mărită prin zidărie.	0,0220	45,0
5	Canale de irigații cu debite între $1 \div 25$ m^3/s.	0,0225	44,5
6	Canale de irigații cu debite sub 1 m^3/s.	0,0250	40,0
7	Canale din rețeaua permanentă de irigații, cu funcționare periodică.	0,0275	36,4
8	Canale înierbate potrivit și canale provizorii de irigație.	0,0300	33,3
9	Canale din pământ bine înierbate.	0,0400	25,0
10	Canale de desecare cu debitul între $1 \div 25$ m^3/s.	0,0250	40,0
11	Canale de desecare cu debite sub 1 m^3/s.	0,0275	36,4

Panta canalului (I). Panta hidraulică (j) a unui canal reprezintă variația energiei specifice a curentului de apă raportată la lungime. Această pantă este egală cu panta piezometrică (I) sau panta suprafeței libere a apei, care este raportul între pierderea de sarcină hidrodinamică între două secțiuni transversale și distanța între ele.

Tabelul 12.14

Valori ale pantei folosite la diferite categorii de canale

Nr. crt.	Categoria canalului	I
1	Canale mari de irigații (magistrale, de aducțiune)	0,0002 - 0,0005
2	Canale mici de irigații	0,0006 - 0,0008
3	Canale de desecare	0,0008 - 0,0020
4	Canale de evacuare	0,00035 - 0,0100
5	Canale de coastă înclinate	0,0030 - 0,0100

În ipoteza curentului de apă aflat în mișcare permanentă și uniformă, panta hidraulică și panta piezometrică sunt egale cu panta fundului canalului (I), panta topografică sau geodezică.

Panta topografică a unui canal exprimă raportul între diferența cotelor fundului canalului în două secțiuni transversale și distanța dintre aceste secțiuni. Cu alte cuvinte, panta fundului canalului reprezintă tangenta unghiului format de linia fundului canalului cu planul orizontal.

Din considerente de ordin practic, la canalele folosite în lucrările de îmbunătățiri funciare se admit pantele specificate în tabelul 12.14.

Viteza apei (V). Viteza de mişcare a apei în albia unui canal este influențată de mărimea pantei (I), de valoarea razei hidraulice (R) precum şi de rugozitatea fundului şi pereților canalului (γ, n).

Calculul vitezei apei în albii cu suprafața liberă se face cu formula propusă în 1775 de către *Frenchman Chézy*:

$$V = C\sqrt{R \cdot I} \tag{12.73}$$

în care:

V este viteza medie a apei în canal, în m/s;

C - coeficientul de viteză (coeficientul lui Chézy);

R - raza hidraulică, în m;

I - panta.

Expresia $W_v = C\sqrt{R}$ reprezintă modulul vitezei (tab. 12.15 şi 12.16), încât:

$$V = W_v\sqrt{I} \tag{12.74}$$

$$I = \frac{V^2}{W_v^2} \tag{12.75}$$

Coeficientul lui *Chézy* depinde de rugozitate şi de raza hidraulică iar pentru calculul acestui coeficient au fost propuse peste 140 de formule.

Specialiştii din România folosesc, cel mai mult, formulele propuse de *Bazin*:

$$C = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}} \tag{12.76}$$

şi de *Pavlovski*:

$$C = \frac{1}{n}R^y \tag{12.77}$$

în care:

R - raza hidraulică, în m;

γ - coeficientul de rugozitate pentru categoriile stabilite de *Bazin* (v. tab. 12.12);

n - coeficientul de rugozitate pentru categoriile stabilite de *Pavlovski* (v. tab. 12.13);

I - panta.

$$y = 2{,}5\sqrt{n} - 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{R}\left(\sqrt{n} - 0{,}1\right).$$

Viteza apei în canal trebuie să fie cuprinsă între viteza de neeroziune (viteza maximă admisibilă), peste care curentul începe să desprindă de pe

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

fundul şi pereţii laterali ai canalului, particule de pământ cu diametrul până la o anumită valoare considerată şi viteza de neînămolire (viteza minimă admisibilă), sub care începe depunerea aluviunilor grosiere deplasate de către curentul de apă. În funcţie de textura şi densitatea aparentă a materialului folosit la construcţia canalelor de irigaţie, viteza apei poate varia între limitele înscrise în tabelul 12.15.

Tabelul 12.15

Vitezele medii admisibile (m/s) pentru circulaţia apei în canalele de irigaţie

Textura materialului folosit la construcţia canalului	Densitatea aparentă a pământului (t/m^3)	
	< 1,5	1,5 ÷ 2,0
Luto-nisipoasă	0,40 - 0,70	0,70 - 0,90
Lutoasă	0,45 - 0,75	0,75 - 1,00
Luto-argiloasă	0,50 - 0,85	0,85 - 1,25
Argiloasă	0,55 - 0,90	0,90 - 1,25

Pentru stabilirea valorilor limită ale vitezei apei în canalele de pământ au fost propuse şi formule empirice, cum sunt cele elaborate de *Ghirskan*:

$$V_{max} = K \cdot Q^{0,1} \tag{12.74}$$

$$V_{min} = A \cdot Q^{0,2} \tag{12.75}$$

în care:

V_{max} - este viteza maximă admisibilă de circulaţie a apei, în m/s;

V_{min} - este viteza maximă admisibilă de circulaţie a apei, în m/s;

Q - debitul canalului, în m^3/s;

K - coeficient dependent de textura pământului de construcţie a canalului (tab. 12.16);

A - coeficient dependent de viteza de cădere a particulelor solide purtate de curentul de apă şi care, la rându-i depinde de diametrul aluviunilor (tab. 12.17).

Pentru sistemele moderne de irigaţii se consideră că aluviunile cu diametrul mai mare de 0,10 ÷ 0,15 mm sunt reţinute la punctul de priză, în bazinul de decantare iar cele cu diametrul mai mic, urmează să ajungă pe terenul de irigat întrucât au rol fertilizant.

În general, viteza apei în canale nu trebuie să scadă sub 0,3 m/s, pentru apa cu turbiditatea mare şi sub 0,2 m/s pentru apa limpede. Dacă apa conţine mai mult de 0,1 g/l aluviuni, este recomandabil ca viteza maximă admisibilă să se majoreze cu 10 % faţă de cea rezultată din calcule. Pentru canalele de evacuare se recomandă, de asemenea, să se considere viteza maximă cu 10 % mai mare decât cea calculată.

Tabelul 12.16

Valorile coeficientului (K) din formula

$$V_{max} = K \cdot Q^{0,1}$$

Textura materialului folosit la construcția canalului	K
Nisipo-lutoasă	0,53
Luto-nisipoasă	0,57
Lutoasă	0,62
Luto-argiloasă	0,68
Argiloasă	0,75 - 0,85

Tabelul 12.17

Valorile coeficientului (A) din formula

$$V_{min} = A \cdot Q^{0,2}$$

Diametrul mediu al particulelor d (mm)	Viteza de cădere a particulelor W (mm/s)	A
0,04	1,1 - 1,5	0,33
0,05 - 0,07	1,5 - 3,5	0,44
0,08 - 0,09	3,5 - 6,5	0,55
0,10	> 6,5	0,66

Debitul (Q). Debitul este volumul de apă care trece printr-o secțiune transversală în unitatea de timp, adică produsul între aria secțiunii udate a canalului (ω) și viteza medie (V) a curentului de apă.

$$Q = \omega \cdot V = \omega \cdot C\sqrt{R \cdot I} \qquad (12.76)$$

în care:

Q - debitul canalului, în m^3/s;
ω - aria secțiunii udate, în m^2;
V - viteza medie a curentului de apă, în m/s;
C - coeficientul de viteză (coeficientul lui Chézy);
R - raza hidraulică;
I - panta.

Expresia $K = \omega \cdot C\sqrt{R}$ poartă numele de modul de debit. Considerând modulul de debit (K) rezultă:

$$Q = K\sqrt{I} \qquad (12.77)$$

$$K = \frac{Q}{\sqrt{I}} \qquad (12.78)$$

$$I = \frac{Q_2}{K^2} \qquad (12.79)$$

Dimensionarea unui canal constă în stabilirea valorilor elementelor geometrice și hidraulice ale acestuia astfel încât, în condițiile date, să transporte un anumit debit (Q).

Secțiunea optimă din punct de vedere hidraulic este preferabilă ori de câte ori aceasta este optimă și din punct de vedere economic. În unele cazuri, la canalele din pământ se acceptă secțiunea transversală diferită de secțiunea optimă din punct de vedere hidraulic deoarece:

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

✓ secțiunile care se comportă cel mai bine la neînămolire și neeroziune au lățimea relativă ($\beta = b/h$) mai mare decât cea corespunzătoare lui (β) optim hidraulic;

✓ terasamentele minime la construcția canalului se obțin, de cele mai multe ori, la un (β) diferit de (β) optim din punct de vedere hidraulic;

✓ plusul de debit transportat de secțiunile optime din punct de vedere hidraulic este relativ mic; pentru micșorarea debitului cu 2,5 %, raportul (β) poate să atingă valori de $\pm 2 \cdot \beta \div \pm 3 \cdot \beta$ optim hidraulic.

Pe baza acestor considerente, se apreciază că la canalele de irigație raportul (β) poate fi de $1 \div 3$ sau chiar mai mare.

Dimensionarea canalelor se poate efectua analitic, grafic și folosind îndrumătoare care cuprind tabele și grafice cu elementele geometrice și hidraulice ale diferitelor canale, grupate după diverse criterii (coeficientul de taluz, coeficientul de rugozitate, dimensiunile principalelor elemente geometrice ale secțiunii transversale etc).

Procedeul analitic de dimensionare a canalelor este riguros dar implică un volum apreciabil de calcule.

Procedeul grafic permite determinarea rapidă a elementelor geometrice și hidraulice căutate dar, cu precizia mai redusă, care depinde de calitatea nomogramei și abilitatea proiectantului.

Dimensionarea cu ajutorul îndrumătoarelor de dimensionare îmbină rigurozitatea analitică cu operativitatea grafică.

Dimensionarea analitică. Dimensionarea analitică a canalelor se poate face prin metoda clasică și prin metoda secțiunilor asemenea. Calculele se conduc în funcție de elementele cunoscute și de parametrii geometrici și hidraulici care trebuie determinați.

În cele mai multe cazuri se cunosc: debitul (Q) pentru care trebuie dimensionat canalul, panta generală a terenului pe traseul canalului - care permite alegerea pantei (I) - textura materialului de construcție a canalului - în funcție de care se alege coeficientul de taluz (m) - și condițiile ulterioare de funcționare a canalului - de care depinde precizarea coeficientului de rugozitate (γ, n). În aceste condiții trebuie determinate dimensiunile (b) și (h) ale secțiunii udate (ω).

La dimensionarea prin *metoda analitică clasică*, determinarea elementelor (b) și (h) se poate face prin încercări succesive în unul din următoarele 3 cazuri:

✓ cazul I: se consideră cunoscută lățimea la fund (b) și se calculează adâncimea apei în canal (h);

✓ cazul II: se consideră cunoscută adâncimea apei în canal (h) și se determină lățimea la fund (b);

✓ cazul III: se impune lățimea relativă (β) și se calculează (b) și (h).

BCU CLUJ / UNIVERSITY LIBRARY

În toate cazurile, pentru rezolvarea problemei se calculează modulul debitului (K), efectuând raportul între debitul (Q) şi rădăcina pătrată din pantă (I).

După ce s-a determinat modulul debitului, se dau valori arbitrare elementelor necunoscute şi se calculează succesiv ω, P, R, $C\sqrt{R}$ şi modulul debitului $K_i = \omega_i \cdot C_i \sqrt{R_i}$ până când, din mai multe încercări $K_i \approx K$.

În continuare, se verifică debitul calculat (care trebuie să fie cât mai apropiat de debitul dat), viteza apei (care trebuie să se situeze în limite admisibile) şi raportul (β) care trebuie să aibă valoarea dată sau să fie cât mai apropiat de (β) optim din punct de vedere hidraulic.

Pentru *dimensionarea grafică* a canalelor au fost elaborate numeroase nomograme care permit determinarea cu uşurinţă a elementelor geometrice şi hidraulice. Pentru exemplificare se prezintă nomograma din figura 12.21.

La **dimensionarea conductelor** sub presiune trebuie să se stabilească diametrul şi pierderile de sarcină corespunzătoare debitului de determinare. În acest scop, trebuie să se cunoască, în prealabil, debitul (Q), viteza admisibilă (V_a) de circulaţie a apei şi tipul de conductă (tub) folosită. Se are în vedere înregistrarea unor pierderi de sarcină hidrodinamică acceptabile, motiv pentru care viteza apei se alege, de regulă, în limitele 1,5 - 2,0 m/s.

Relaţiile cele mai folosite pentru dimensionarea conductelor sub presiune sunt:

✓ pentru conductele metalice şi din beton armat precomprimat (PREMO), formula propusă de *Manning*:

$$Q = K \cdot \omega \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \qquad (12.80)$$

✓ pentru conductele din azbociment, formula lui *Ludin*:

$$Q = K \cdot \omega \cdot R^{0,65} \cdot J^{0.54} \qquad (12.80)$$

în care:

- Q - debitul conductei, în m^3/s;
- K - coeficient care depinde de rugozitatea conductei ($K = 83$ pentru conducte PREMO şi metalice; $K = 134$ pentru conducte din azbociment);
- ω - aria secţiunii udate, în m^2;
- R - raza hidraulică, în m;
- J - pierderea liniară de sarcină hidrodinamică, în m/m liniar.

La conductele circulare:

$$\omega = 0,785 \cdot D^2 \qquad (12.81)$$

$$R = 0,25 \cdot D \qquad (12.82)$$

în care:

- D reprezintă diametrul interior (nominal) al conductei, în m.

Utilizând formulele (12.79, 12.80) au fost întocmite nomograme pentru dimensionarea conductelor sub presiune (fig. 12.22, 12.23).

BCU IAŞI CENTRU CULTURAL LIBRARY

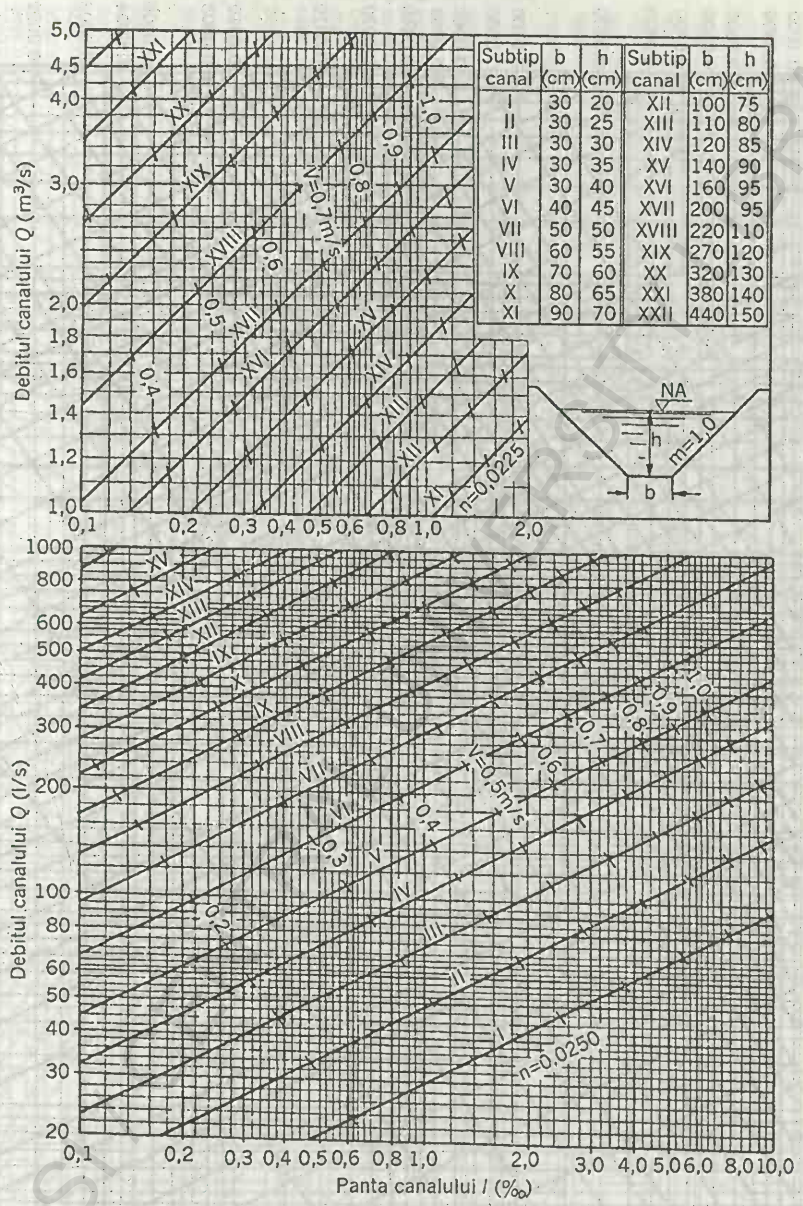


Fig. 12.21 Nomogramă pentru dimensionarea canalelor de pământ tip A (după *Stăncescu L.*, ş. a., 1984)

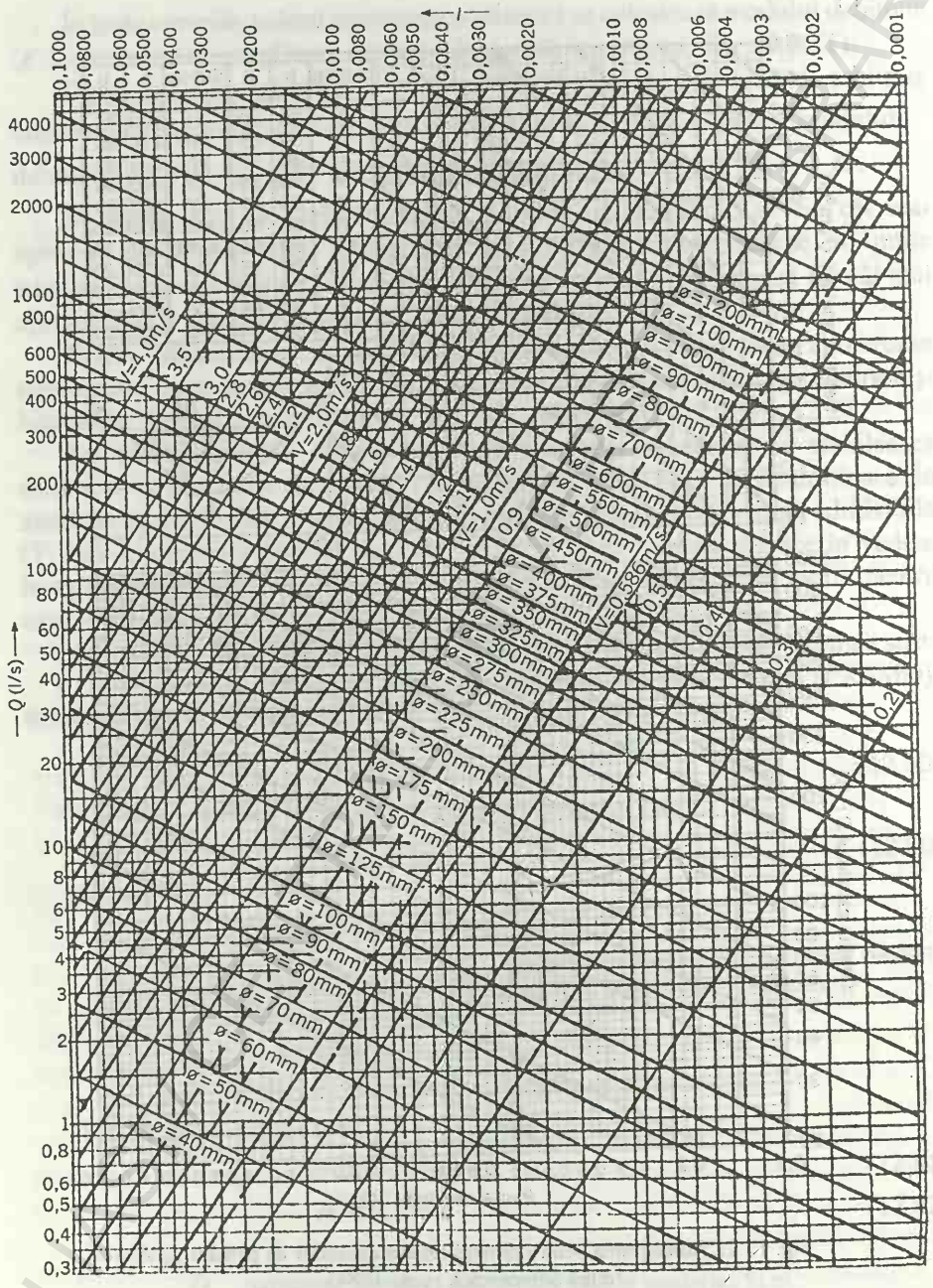


Fig. 12.22 Nomogramă pentru dimensionarea conductelor metalice şi de beton sclivisit

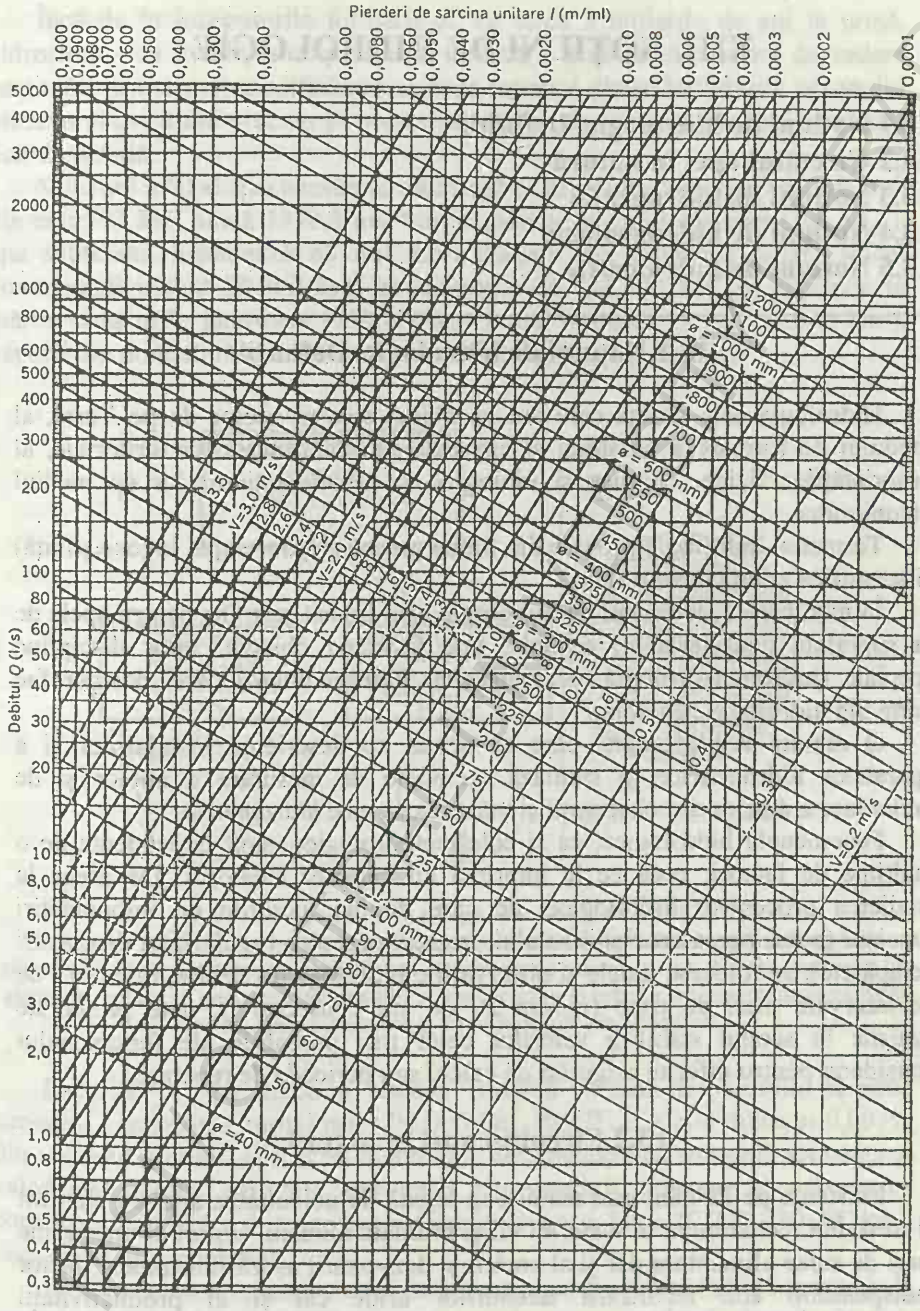


Fig. 12.23 Nomogramă pentru dimensionarea conductelor de azbociment

XIII. NOȚIUNI DE HIDROLOGIE

13.1 Noțiuni de hidrologie. Definiții
13.2 Circuitul apei în natură
13.3 Noțiuni de hidrografie
13.4 Noțiuni de hidrogeologie
13.5 Noțiuni de hidrometrie

13.1 Noțiuni de hidrologie. Definiții

Hidrologia este știința care are ca obiect studiul apelor de pe Terra, al modului de formare a acestora, al circulației și distribuției lor teritoriale, al proprietăților fizice, chimice și biologice și al interacțiunii lor cu mediul înconjurător.

Termenul hidrologie provine din limba greacă (Hydor=apă, logos=știință) și semnifică știința despre apă.

În mod curent, termenul de hidrologie este folosit restrâns pentru apele de la suprafața continentelor, celelalte ape formând obiectul unor discipline speciale (hidrometeorologia, oceanografia, *hidrogeologia*) care, desigur fac parte din hidrologia generală.

O ramură a hidrologiei care se ocupă cu descrierea instalațiilor și a aparatelor hidrometrice și studiază metodele de măsurare a apelor și de prelucrare a datelor din observații și măsurători, este *hidrometria*.

Fenomenele hidrologice, ca și cele meteorologice, sunt dependente de o mulțime de factori, ceea ce le imprimă un caracter aleatoriu. De aceea la studierea proceselor hidrologice, de care depind lucrările de îmbunătățiri funciare (combaterea eroziunii solului, irigații, desecări, regularizări de cursuri de apă etc), se folosesc datele și observațiile hidrologice - debite, niveluri - de pe intervale mari de timp (minim 20 de ani consecutivi), date prelucrate statistic în scopul stabilirii valorilor celor mai probabile ale fenomenului considerat pentru diferite asigurări de calcul sau perioade de repetare.

13.2 Circuitul apei în natură

Existența pe Pământ este nemijlocit legată de ubicuitatea apei ca element al mediului, constituent al materiei vii și totodată aliment, suport al unei game largi de surse alimentare dar și al creării și dezvoltării așezărilor umane, factor indispensabil atât fertilizării terenurilor aride cât și al productivității suprafețelor agricole actuale.

Apa ocupă pe Terra circa 71% din suprafață și 93% din volumul planetei.

Încă de la începuturile formării ei, cu circa 3 miliarde de ani în urmă, hidrosfera - ca înveliş al elipsoidului terestru - a rămas din punct de vedere cantitativ, constantă, modificându-se doar raportul dintre întinderile oceanului planetar şi uscatului precum şi proporţia stărilor de agregare ale apei: gazoasă, lichidă, solidă.

Volumul total al apei terestre se estimează că depăşeşte cu puţin 1460 mil km^3, din care: 93,8%, adică 1370,3 mil km^3 constituie oceanul planetar (fig. 13.1), apa subterană însumează 60 mil km^3, gheţarii din regiunile polare şi cei continentali includ 29 mil km^3 iar diferenţa de 830.200 km^3 se cuprinde în mările şi lacurile interioare (750.000 km^3), apa infiltrată în sol (65.000 km^3), vaporii din atmosferă (14.000 km^3) şi apele curgătoare (1.200 km^3).

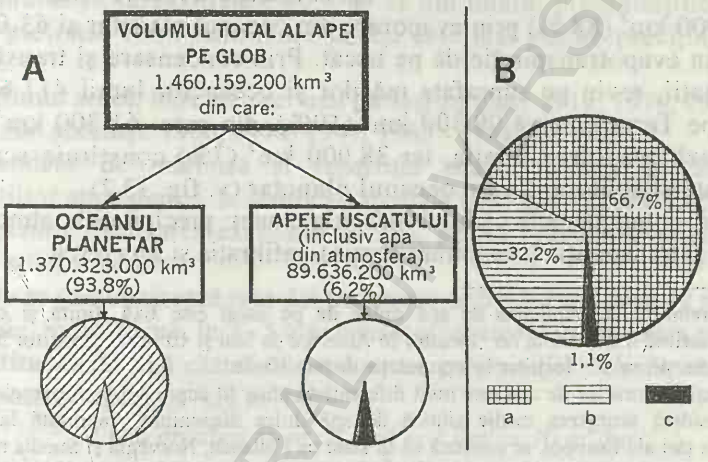


Fig. 13.1 Apa pe Terra (după *Giurcănescu C.*, 1982)
A - volumul total; B - proporţia apei din cuprinsul uscatului (inclusiv vaporii de apă din atmosferă): a - apa subterană (inclusiv cea din zonele de schimb activ); b - apa cantonată în gheţurile polare şi gheţarii continentali; c- apa lacurilor şi mărilor interioare, apa îmbibată în sol, apele curgătoare şi vaporii de apă din atmosferă

Lacurile cu apă dulce şi reţeaua fluvială - adică disponibilul teoretic accesibil - reprezintă aproximativ 95.000 km^3 (0,27% din apa dulce şi 0,007% din volumul global). Din acest disponibil, se apreciază că oamenii pot capta şi valorifica pentru cerinţele existenţei, în condiţii tehnice şi economice convenabile şi fără a distruge ecosistemele acvatice, între 20.000 - 30.000 km^3, ceea ce nu este prea mult.

Fluiditatea mare şi capacitatea de a trece uşor din starea lichidă în starea de vapori şi invers, face posibilă prezenţa apei în toate geosferele Terrei, prin aşa numitul *circuit al apei în natură* sau *ciclul hidrologic* (fig. 13.2).

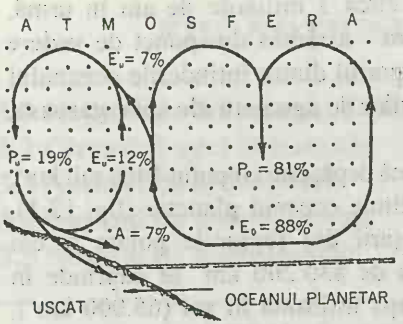


Fig. 13.2 Schema circuitului apei în natură

Ciclul hidrologic (ocean - atmosferă - uscat - ocean) antrenează numai o parte din hidrosferă (≈ 510.900 km^3), se repetă anual şi se prezintă ca o uriaşă uzină planetară care, de miliarde de ani, funcţionează neîntrerupt pe baza energiei solare şi a gravitaţiei, asigurând resursele de apă dulce pentru întreţinerea şi perpetuarea vieţii dincolo de oceanul planetar.

Se consideră că, anual, ajung în atmosferă sub formă de vapori, aproximativ 510.900 km^3 apă, din care 447.900 km^3 (88 %) prin evaporare din oceanul planetar şi 63.000 km^3 (12 %) prin evapotranspiraţie de pe uscat. Prin condensare şi transformare în precipitaţii, revin pe suprafaţa mărilor şi oceanelor lumii 411.600 km^3 (81%) şi pe Terra emersă 99.300 km^{3*}(19%), din care: 61.300 km^3 (12%) compensează evapotranspiraţia, iar 38.000 km^3 (7%) constituie scurgerea de suprafaţă şi subterană spre oceanul planetar (v. fig. 13.2).

Aşadar, componentele ciclului hidrologic sunt: precipitaţiile atmosferice, evaporaţia şi transpiraţia (evapotranspiraţia), infiltraţia şi scurgerea.

---

* Deşi reînnoibilă, cantitatea de apă dulce de pe uscat este fixă, finită şi extrem de neuniformă, variind între 100 m^3/zi· locuitor în America de Sud şi 10 m^3/zi· locuitor în Europa. Revin, în medie, 46 m^3/zi· locuitor la o populaţie de 6 miliarde.

Distribuţia resurselor de apă este mult diferenţiată chiar în cuprinsul continentelor. Astfel, dacă se consideră scurgerea medie zilnică de apă dulce disponibilă, raportată la numărul locuitorilor în ţări ale Europei, se constată că în state ca Finlanda, Norvegia şi Suedia revin peste 55 m^3/zi· locuitor, în Austria şi Elveţia 14 - 27 m^3/zi· locuitor, în Italia şi Franţa 8 - 10 m^3/zi· locuitor iar în ţări ca România, Ungaria şi altele sub 5 m^3/zi· locuitor.

În ţara noastră, resursele potenţiale de apă pentru un an mediu reprezintă circa 42 km^3. La nivelul actual de regularizare (≈ 63%) se pot consuma anual 26 km^3, din care: 13 km^3 din râurile şi lacurile interioare, 10 km^3 din Dunăre şi 3 km^3 din apa subterană.

Consumul de apă în România a crescut de la 1,4 km^3 în anul 1950, la peste 20 km^3 în anul 1989 datorită creşterii populaţiei, dezvoltării industriei şi agriculturii. După anul 1989, consumul de apă a scăzut drastic, înregistrându-se în anul 1994, valoarea minimă din ultimul deceniu, de 9,84 km^3.

Odată cu reducerea consumului de apă, s-au schimbat şi procentele aferente principalilor consumatori, procente care până în anul 1989 erau apropiate de cele cunoscute la nivel planetar (65% agricultura, 25% industria şi 10% consumul domestic şi municipal). Astfel, de exemplu, în perioada 1989 - 1996 populaţia din România a folosit între 15% şi 18%, industria între 54% şi 63% iar agricultura între 18% şi 29%, din cantitatea totală de apă prelevată din surse.

Scăderea accentuată a consumului de apă şi modificarea semnificativă a procentelor ce revin principalilor consumatori au avut drept cauze:

✓ folosirea apei pentru irigaţie în proporţie de până la 20 - 25% faţă de anul 1989, ca urmare a dificultăţilor funcţionării sistemelor de irigaţii şi a efectelor aplicării Legii fondului funciar;

✓ scăderea producţiei industriale, care a făcut ca pentru această ramură economică, volumele de apă prelevate să fie de circa 70 - 75% faţă de cele folosite în anul 1989.

13.2.1 Precipitațiile atmosferice

Consecință a condensării vaporilor de apă din atmosferă, precipitațiile cad pe suprafața Pământului în stare lichidă (ploaie, burniță etc) sau solidă (zăpadă, grindină, chiciură) și constituie sursa naturală de aprovizionare cu apă a solului.

Pentru amenajarea teritoriului cu diferite lucrări de îmbunătățiri funciare, interesează, mai ales, precipitațiile sub formă de ploaie și zăpadă.

Producerea precipitațiilor în zona fizico-geografică în care se situează România este extrem de variabilă în timp și spațiu. Cantitatea medie anuală a precipitațiilor pe teritoriul țării noastre este de aproximativ 630 mm, cu valori sub 500 mm pe suprafețele din sud și est având altitudinea mai mică de 100 m și de peste 1200 mm în zonele montane cele mai înalte. În sezonul cald al anului se înregistrează 60 - 70 % din totalul precipitațiilor anuale, cea mai ploioasă fiind luna iunie iar cu cele mai puține precipitații, luna februarie.

În ultimul secol, între anii cei mai ploioși au fost : 1912, 1970, 1975 etc iar între cei mai secetoși: 1906, 1946, 1947, 1985 - 1988 și 2000.

Dependent de mărimea și repartiția anuală, lunară și decadală a precipitațiilor atmosferice, se stabilește tipul de amenajare a teritoriului (pentru irigații, pentru eliminarea excesului de apă, pentru prevenirea și combaterea eroziunii solului etc).

Ploile se caracterizează prin doi parametri de bază: cantitatea de apă căzută (la o ploaie, în 24 de ore, în 3 - 5 zile consecutive etc) și intensitatea ploii.

Cantitatea de apă căzută la producerea precipitațiilor se exprimă în mm grosime strat de apă, l/m^2 sau m^3/ha.

$$1 \text{ mm grosime strat de apă} = 1\ l/m^2 = 10\ m^3/ha \qquad (13.1)$$

Cantitatea de apă la producerea unei ploi variază în limite foarte largi, de la mai puțin de 1 mm, la peste 100 mm iar în 24 de ore se pot produce precipitații care să depășească media lunii respective sau chiar media anuală (691 mm, la 24 august 1924 - Letea, Delta Dunării).

Având în vedere caracterul aleatoriu al precipitațiilor atmosferice, la proiectarea amenajării teritoriului cu lucrări de îmbunătățiri funciare, se consideră valorile probabile ale acestora, cu o anumită asigurare de calcul* obținute în urma prelucrării datelor dintr-un șir cât mai lung de ani consecutivi în care s-au făcut înregistrări ale precipitațiilor produse.

Intensitatea ploii se definește ca fiind valoarea raportului între cantitatea de apă căzută la producerea unei ploi și durata ploii. Intensitatea ploii se exprimă, de regulă, în mm/minut.

---

* Prin asigurare de calcul se înțelege probabilitatea, în %, ca valoarea unui element meteorologic sau hidrologic să fie depășită de ansamblul tuturor valorilor posibile ale acestuia.

$$I = \frac{H}{t} \qquad (13.2)$$

în care:

I este intensitatea ploii, în mm/minut;
H - cantitatea de apă la ploaia considerată, în mm grosime strat de apă;
t - durata ploii, în minute.

În calculele hidrologice se obişnuieşte şi exprimarea sub formă de *intensitatea specifică* a ploii sau *debitul specific* al ploii:

$$I_S = 166{,}7 \cdot I = 166{,}7 \frac{H}{t} \qquad (13.3)$$

în care:

I_s este intensitatea specifică ploii, în l/s· ha;
I - intensitatea ploii, în mm/minut;

$$166{,}7 = \frac{10.000\,m^2}{60\,s}$$

În funcţie de valoarea intensităţii, se deosebesc *ploi torenţiale* (cu intensitatea mare) şi *ploi obişnuite* (cu intensitatea relativ mică). S-au propus diverse criterii pentru aprecierea ploilor torenţiale în funcţie de durata şi intensitatea lor (tab. 13.1).

Tabelul 13. 1

Ploile torenţiale, în funcţie de durată şi intensitate minimă.

Durata (minute)	După Hellmann	După Donciu	Durata (minute)	După Berg	După Yarnell
	Intensitatea ploilor torenţiale			Intensitatea medie, în mm/minut	
	obişnuite, în mm/minut	excepţionale, în mm/minut			
1 - 5	1,00	2,00	5	0,50	1,27
6 - 15	0,80	1,60	15	0,33	0,59
16 - 30	0,60	1,20	30	0,27	0,42
31 - 45	0,50	1,00	45	0,23	0,37
46 - 60	0,40	0,80	60	0,20	0,34
61 - 120	0,30	0,60	120	0,15	0,30
121 - 180	0,20	0,45	180	0,13	0,28
> 180	0,10	0,30	>180	0,10	0,25

Ploile torenţiale interesează, în mod obişnuit, pentru amenajările de prevenire şi combatere a eroziunii solului.

În general, cu cât o ploaie are intensitatea mai mare cu atât sunt mai mici durata şi arealul de producere ale ploii (tab. 13.2).

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 13. 2

Aria de producere a ploilor torențiale, în funcție de intensitate (după *Dolgov N. A.*)

Intensitatea medie a ploii torențiale, în mm/minut	Aria de manifestare a ploii, în km^2
2,2 - 2,0	4 - 8
2,0 - 1,0	8 - 25
1,0 - 0,9	25 - 50
0,9 - 0,8	50 - 65
0,8 - 0,5	65 - 350
0,5 - 0,11	350 - 3500

După modul cum variază intensitatea pe durata producerii unei ploi torențiale, se deosebesc: ploi cu nucleul de intensitate maximă la începutul, în mijlocul sau spre sfârșitul precipitației, ploi cu mai multe nuclee de intensitate mare precum și ploi cu intensitatea relativ uniformă în întreg intervalul de producere a fenomenului pluvial.

O altă caracteristică a ploilor torențiale care se produc pe teritoriul României constă în repartiția neuniformă a acestora în cursul unui an. Cele mai multe ploi torențiale se produc vara (70%) și primăvara (19%) iar cele mai puține, iarna (1%) și toamna (10%).

La proiectarea amenajărilor de îmbunătățiri funciare se au în vedere și precipitațiile maxime - cu asigurarea de calcul - pe anumite perioade de timp:

- ✓ ploile maxime în 24 de ore, pentru lucrările de prevenire și combatere a eroziunii solului;
- ✓ ploile maxime în 3 - 5 zile consecutive, pentru lucrările de prevenire și eliminare a excesului de umiditate;
- ✓ ploile lunare și decadale din sezonul de vegetație, pentru lucrările de irigații.

Zăpada interesează în amenajările de îmbunătățiri funciare prin grosimea stratului, durata de acoperire și intensitatea de topire.

13.2.2 Infiltrația

Infiltrația este componenta ciclului hidrologic care constă în pătrunderea descendentă a apei din precipitații (sau din irigații) în sol și în deplasarea ei spre orizonturile inferioare ale profilului, spre roca subiacentă sau spre pânza de apă freatică.

Sub aspect cantitativ, infiltrația reprezintă volumul de apă pătruns în sol în unitatea de timp, pe unitatea de suprafață sau, grosimea stratului de apă pătrunsă în sol în unitatea de timp, astfel că dimensiunea infiltrației apei în sol este o viteză care, se exprimă frecvent în mm/oră, cm/oră, mm/zi sau m/zi.

Viteza de infiltrație a apei în sol depinde de mai mulți factori:

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- ✓ proprietățile solului și ale rocii de solificare;
- ✓ starea de acoperire cu vegetație a terenului;
- ✓ umiditatea solului în momentul începerii ploii;
- ✓ panta terenului;
- ✓ activitatea antropică.

Proprietățile solului cu cea mai mare influență asupra procesului de infiltrație a apei sunt; porozitatea totală, mărimea porilor, textura și starea structurală. Cu cât valorile porozității totale și ale porilor sunt mai mari, cu atât permeabilitatea, capacitatea de reținere a apei și aerația sunt mai bune. Reducerea porozității totale ca urmarea procesului de argiloiluviere ca și a celui de compactare antropică au drept efect micșorarea vitezei de infiltrație a apei în sol.

Solurile cu textura grosieră permit infiltrația apei cu viteză mare, solurile cu textura mijlocie au permeabilitatea pentru apă mijlocie-mare iar solurile argiloase, cu capacitatea mare de gonflare și contracție, au-în general-permeabilitatea și aerația deficitare.

Solurile bine structurate, cu elementele structurale hidrostabile, asigură condiții favorabile pentru infiltrația apei.

Prin lucrări de afânare și de conservare a structurii solului, infiltrația apei se poate menține la valori ridicate.

Starea de acoperire cu vegetație a terenului condiționează în mare măsură valorile infiltrației apei în sol. Cu cât masa vegetală supraterană este mai mare în timpul producerii ploilor, cu atât crește valoarea infiltrației, atât datorită reținerii inițiale a apei pe aparatul folial și cedarea ulterioară lentă a acesteia (putându-se infiltra aproape integral), cât și datorită rugozității create, care pe suprafețele înclinate micșorează viteza scurgerii de la suprafață, favorizând infiltrația. În plus, terenurile cu o bună acoperire vegetală nu sunt supuse impactului direct al picăturilor de ploaie, în urma căruia se degradează structura, se micșorează porozitatea, se tasează stratul superficial al solului și se reduce infiltrația.

Umiditatea solului în momentul începerii ploii influențează infiltrația apei prin faptul că umiditatea ridicată favorizează gonflarea coloizilor din sol și prin aceasta se reduc porozitatea și mișcarea apei în orizonturile profilului. Prin urmare, cu cât solul este mai umed în momentul începeri ploii, cu atât și infiltrația apei decurge mai lent.

Panta terenului și în general, condițiile orografice influențează nemijlocit viteza scurgerii la suprafață și implicit, mărimea infiltrației. Odată cu creșterea valorilor pantei, se majorează viteza scurgerii la suprafață și se diminuează infiltrația.

Activitatea antropică poate contribui decisiv la modificarea valorilor infiltrației apei în sol; prin lucrarea corectă a stratului arabil, scarificare,

afânare adâncă, mulcire etc se favorizează infiltrația iar prin executarea lucrărilor agrotehnice la umiditatea necorespunzătoare a solului, traficabilitatea exagerată a agregatelor agricole, păşunatul neraţional ş. a. se stânjeneşte pătrunderea apei în sol.

Viteza de infiltraţie a apei în sol nu este constantă pe întreg intervalul de aport al apei pe suprafaţa terenului. La începutul procesului de pătrundere a apei în stratul de la suprafaţă al solului, viteza este - în general - mare, se diminuează rapid în prima perioadă, apoi descreşterea devine lentă pentru ca, după un timp de câteva ore să se stabilizeze, devenind cvasiconstantă.

Această evoluţie a vitezei de infiltraţie este determinată de gradientul potenţialului hidraulic adică, atât de diferenţa de umiditate dintre stratul de sol puternic umezit de la suprafaţa terenului şi startul inferior mai uscat (gradientul potenţialului matricial), cât şi de grosimea stratului de apă care se infiltrează (acţiunea gradientului gravitaţional).

13.2.3 Evapotranspiraţia

Evapotranspiraţia constituie un termen convenţional, folosit în mod obişnuit în practica agricolă şi semnifică suma cantităţilor de apă pierdută din sol în perioada de vegetaţie, prin evaporaţie şi transpiraţia plantelor, la care se adaugă uneori şi pierderile prin percolare.

Evaporaţia este faza ciclului hidrologic care asigură transformarea apei din stare lichidă în vapori. Evaporaţia se produce atât la suprafaţa liberă a apei cât şi la suprafaţa terenului (din sol).

Evaporaţia la suprafaţa liberă a apei permite determinarea pierderii apei din lacurile de acumulare, canalele de irigaţie etc.

La suprafaţa terenului, evaporaţia depinde, atât de factorii atmosferici (deficitul de saturaţie în vapori, temperatură, radiaţie, vânt) care determină cerinţa de evaporaţie a atmosferei, cât şi de factorii de sol ai evaporaţiei (umiditatea solului, prezenţa sau absenţa surselor de reînnoire a apei evaporate, însuşirile care controlează mişcarea apei în sol).

În absenţa pânzei freatice, a precipitaţiilor sau a irigaţiei, evaporaţia apei din sol se desfăşoară în trei etape, relativ distincte. În prima etapă, evaporaţia este oarecum constantă, depinzând de cerinţa de evaporaţie a atmosferei, în a doua etapă, procesul se reduce rapid datorită micşorării umidităţii solului iar în a treia etapă, evaporaţia devine aproximativ constantă, la o valoare redusă, fiind influenţată exclusiv de însuşirile solului.

Reducerea rapidă a ritmului de evaporaţie a apei din sol după începerea procesului se datorează formării la suprafaţa terenului a unui strat uscat de 30 - 35 cm grosime, cu efectul unui mulci, prin care apa circulă foarte lent. Aşadar, formarea unui strat afânat la suprafaţa profilului de sol, prin lucrări agrotehnice adecvate sau aplicarea pe suprafaţa terenului a unui mulci

propriu-zis micşorează evaporaţia. Pe de altă parte, mobilizarea energică a stratului superficial a solului în perioadele cu cerinţa de evaporaţie a atmosferei mare, duce la pierderi suplimentare de apă iar uscarea excesivă a stratului superficial al solului poate întârzia sau împiedica germinaţia seminţelor şi răsărirea plantelor, poate duce la dispariţia plantelor abia răsărite şi de asemenea, poate avea efecte nefavorabile asupra executării lucrărilor mecanice ale solului.

În prezenţa unor surse de reînnoire a apei solului - de exemplu, a apei freatice - evaporaţia determină în mică măsură uscarea solului deoarece apa pierdută este înlocuită prin aportul freatic şi, după echilibrarea celor două procese, evaporaţia se menţine constantă, depinzând de adâncimea pânzei freatice, caracteristicile acviferului şi însuşirile solului. În zonele secetoase, evaporaţia apei din solurile cu aport freatic poate favoriza salinizarea straturilor superioare dacă apa freatică sau subsolul sunt bogate în săruri solubile.

Pentru agricultură, evaporarea apei din sol este un consum neproductiv.

Apa din sol se consumă şi prin **transpiraţia plantelor**, adică prin trecerea apei din ţesuturile vegetale în atmosferă.

Consumul prin plante a apei din sol (transpiraţia) este un consum util (productiv) întrucât contribuie esenţial la formarea biomasei vegetale (a recoltelor), cu toate că în biomasa vegetală se încorporează doar puţin peste 1 % din consumul prin transpiraţie; restul cantităţii de apă care se translocă din sol în atmosferă - prin plantă - asigurând doar desfăşurarea normală a diferitelor procese fiziologice (respiraţia, termoreglarea, nutriţia, asimilaţia clorofiliană etc).

Transpiraţia plantelor depinde, în principal, de umiditatea solului şi de cerinţa de evaporaţie a atmosferei. Dacă solul este bine aprovizionat cu apă, transpiraţia se reglează în concordanţă cu cerinţa de evaporaţie a atmosferei iar când umiditatea în sol este deficitară, transpiraţia scade rapid, mai ales când cerinţa de evaporaţie este mare (> 3 mm/zi).

Transpiraţia, la un moment dat, depinde şi de natura plantei şi de stadiul de vegetaţie al acesteia.

În practica agricolă interesează cantitatea cumulată de apă consumată din sol - atât prin evaporaţie, cât şi prin transpiraţie - consum care, aşa cum s-a precizat, poartă numele de **evapotranspiraţie.**

Consumul de apă din sol prin evapotranspiraţie, pe un teren acoperit cu o plantă de cultură, se poate referi la întreaga perioadă de vegetaţie - când se exprimă în mm sau în m^3/ha - sau numai la cantitatea consumată într-o zi, cantitate ce se diferenţiază decadal, lunar sau pe faze de vegetaţie şi se exprimă în mm/zi sau în m^3/ha· zi.

Evapotranspiraţia ca mărime zilnică, medie lunară sau sumă anuală se poate individualiza în mai multe variante, după influenţa asupra procesului exercitată de umiditatea solului şi de plantă. Astfel, *Canarache A.* (1990) distinge:

Evapotranspirația potențială (*ETP*). Exprimă consumul de apă din sol când umiditatea acestuia este apropiată de valoarea capacității pentru apă în câmp iar terenul este acoperit cu un covor vegetal încheiat și activ, cu înălțimea de 15 - 20 cm. În această ipostază, nici umiditatea solului și nici stadiul de dezvoltare sau natura plantei nu se constituie în factori limitativi ai evapotranspirației care, cantitativ, corespunde principial cerinței de evaporație a atmosferei.

Evapotranspirația reală maximă (*ETRM*). Definește consumul de apă în condițiile în care solul este pe toată durata perioadei de vegetație bine umezit iar planta (o anumită cultură) acoperă terenul corespunzător stadiului ei de dezvoltare și tehnologiei specifice de cultivare. În această variantă, planta este factorul care limitează - întrucâtva - valoarea evapotranspirației.

Evapotranspirația reală optimă (*ETRO*). Reprezintă consumul de apă la umiditatea solului cuprinsă între capacitatea de câmp și un plafon minim al umidității optime care permite obținerea recoltei eficiente economic iar planta se află într-un anumit stadiu de dezvoltare și având densitatea la unitatea de suprafață corespunzătoare tehnologiei specifice. În acest caz, influența umidității solului asupra limitării evapotranspirației este aproape neglijabilă iar planta condiționează procesul în funcție de faza de vegetație și de caracteristicile naturale și tehnologice.

Evapotranspirația reală sau *actuală* (*ETR*). Constituie consumul de apă în condiții obișnuite, când umiditatea solului este corespunzătoare elementelor meteorologice locale iar planta se găsește într-un anumit stadiu de dezvoltare și o oarecare densitate încât (*ETR*) este limitată atât de umiditatea solului cât și de plantă.

Între cele patru categorii de evapotranspirație există relația:

$$ETR \leq ETRO \leq ETRM \leq ETP \qquad (13.4)$$

Evapotranspirația se poate determina direct prin lucrări în câmpurile experimentale, pe baza bilanțului apei în sol - folosind metoda parcelei în regim optim de irigare sau metoda lizimetrelor - și prin metode indirecte (după *Thornthwaite*, *Penman*, *Blaney-Criddle*, *Türc*, *Bouchet* etc).

13.2.4 Scurgerea

Scurgerea, ca fază a ciclului hidrologic, reprezintă fenomenul prin care o parte din apa de proveniență pluvio-nivală se deplasează la suprafața terenului, prin sol sau subsol, către locurile depresionare (văi, râuri, lacuri etc). Așadar, scurgerea poate fi: la suprafața terenului (de suprafață), prin sol (hipodermică) și subterană (de adâncime).

Scurgerea la suprafața terenului - pe versante sau în bazinele hidrografice - prezintă importanță pentru amenajările antierozionale și de

corectare a torentelor iar scurgerea prin sol şi subterană interesează în mod deosebit în lucrările de desecare-drenaj şi de irigaţie.

Scurgerea de suprafaţă este controlată, ca şi infiltraţia, de elementele ce caracterizează precipitaţiile (cantitate, intensitate), însuşirile solului şi rocii de solificare (cu deosebire însuşirile hidrofizice şi fizico-mecanice), gradul de acoperire cu vegetaţie a terenului şi caracteristicile acesteia şi, firește, activitatea omului. De aceea, scurgerea - caracterizată prin anumiţi parametri - se diferenţiază în fiecare moment. Este de observat că scurgerea la suprafaţa terenului nu se produce concomitent cu începutul ploii sau al topirii zăpezii, ci numai atunci când viteza de infiltraţie a apei în sol este depăşită de intensitatea ploii sau intensitatea de topire a zăpezii.

Parametrii care caracterizează scurgerea pe versante şi în bazinele hidrografice sunt; coeficientul mediu de scurgere, scurgerea medie specifică, timpul de concentrare, viteza scurgerii, volumul scurgerii şi debitul scurgerii.

Coeficientul de scurgere, notat în lucrările de specialitate cu simbolurile (α), (σ), (K), sau (K_s), reprezintă raportul dintre volumul sau grosimea stratului de precipitaţii scurse şi volumul sau grosimea stratului de precipitaţii căzute pe una şi aceeaşi suprafaţă de teren.

Deci:

$$K_s = \frac{V_s}{V_p} = \frac{h_s}{h_p} \qquad (13.5)$$

în care:

- K_s este coeficientul mediu de scurgere;
- V_s - volumul scurgerii pe o anumită suprafaţă de control, în m^3;
- V_p - volumul precipitaţiilor căzute pe aceeaşi suprafaţă de control, în m^3;
- h_s - grosimea stratului de precipitaţii scurse de pe o suprafaţă de control, în mm;
- h_p - grosimea stratului de precipitaţii căzute pe aceeaşi suprafaţă de control, în mm.

Pentru coeficienţii de scurgere medii multianuali s-au propus diverse relaţii empirice, cum sunt, de exemplu:

formula *Kreps*:

$$K_s = 0{,}88\frac{26 \cdot \theta^{\circ} + 240}{P} \qquad (13.6)$$

şi formula *M. Velikanov*:

$$K_s = \frac{1}{1 + (0{,}5 \cdot d)^{3{,}5}} \qquad (13.7)$$

în care:

- θ este temperatura medie multianuală a aerului în bazinul hidrografic, în grade Celsius;
- P - precipitaţiile medii multianuale în bazinul considerat, în mm;
- d - deficitul mediu multianual de umiditate, în mm coloană de mercur.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Coeficientul de scurgere are valori subunitare şi înglobează efectele factorilor locali care influenţează scurgerea, inclusiv pierderile prin infiltraţie şi evapotranspiraţie.

Valorile orientative ale coeficientului de scurgere - în condiţiile cernoziomului obişnuit, foarte umed, cu panta 10 - 12%, cu lucrările agrotehnice executate în lungul curbelor de nivel şi vegetaţie diferită - sunt: 0,17 - ierburi perene anul al II - lea; 0,29 - idem, anul I; 0,44 - grâu şi mazăre; 0,68 - porumb; 0,70 - ogor negru întreţinut; 0,75 - idem, tasat.

Pentru calcule hidrologice expeditive se folosesc valorile coeficientului de scurgere, după *Frevert* (tab. 13.3).

Tabelul 13. 3

Valorile coeficientului de scurgere (K_s)
(adaptare după *Frevert* de *Gaşpar R.*, 1978)

Folosinţa	Panta terenului (%)	Textura solului		
		Nisipo - lutoasă Luto - nisipoasă	Lutoasă Luto - argiloasă	Argiloasă
Pădure	0 - 5	0,10	0,30	0,40
	5 - 10	0,25	0,35	0,50
	10 - 30	0,30	0,40	0,60
	› 30	0,32	0,42	0,63
Păşune	0 - 5	0,15	0,35	0,45
	5 - 10	0,30	0,40	0,55
	10 - 30	0,35	0,45	0,65
	> 30	0,37	0,47	0,68
Culturi agricole	0 - 5	0,30	0,50	0,60
	5 - 10	0,40	0,60	0,70
	10 - 30	0,50	0,70	0,80
	> 30	0,53	0,74	0,84

Dacă stabilirea coeficientului de scurgere se referă la o suprafaţă cu folosinţe şi pantă diferite, se calculează media ponderată a coeficientului de scurgere în funcţie de suprafeţele folosinţelor şi valorile pantei.

Determinarea experimentală a coeficientului de scurgere oferă valori mai riguroase dar metodele directe de determinare sunt laborioase şi necesită perioade îndelungate de timp.

Scurgerea medie specifică (q) este parametrul care defineşte cantitatea medie de apă ce se scurge natural pe unitatea de suprafaţă, în unitatea de timp. Se mai numeşte şi modulul scurgerii.

În condiţiile din România, scurgerea medie specifică este cuprinsă între valorile de 40 - 50 l/s· km^2 în zona montană şi mai puţin de 1 l/s· km^2

în zona de câmpie din sudul țării. Scurgerea medie specifică pe țară este $q = 4{,}57$ l/s· km^2.

Neuniformitatea scurgerii medii specifice pe teritoriul țării determină diferențieri mari în ce privește scurgerea de suprafață în cele 3 zone de relief caracteristice. Astfel, zona montană care reprezintă 28 % din suprafața țării, produce 65 % din scurgerea de suprafață; zona colinară, având 43 % din suprafață, contribuie cu 28 % din scurgere iar zona de câmpie, deși are 29 % din suprafața țării, produce doar 7 % din scurgerea superficială.

Variații mari ale scurgerii medii specifice se constată în anii ploioși sau secetoși, comparativ cu anul mediu și, de asemenea, în cadrul celor patru anotimpuri. Spre exemplu, primăvara - în mai puțin de 3 luni - se scurge peste jumătate din volumul anual de apă.

Timpul de concentrare (t_c) reprezintă timpul necesar curentului de apă cu o oarecare turbiditate pentru a parcurge distanța dintre punctul cel mai îndepărtat hidrologic și secțiunea de calcul sau profilul de control al bazinului hidrografic.

Întrucât viteza de scurgere dispersată a apei pe versante este diferită de viteza de curgere din albii, timpul de concentrare se determină ca o sumă între timpul de concentrare al scurgerii dispersate pe versant (t_{cv}) și timpul de concentrare în albii (t_{ca}):

$$t_c = t_{cv} + t_{ca} = \frac{L_v}{V_v} + \frac{L_a}{V_a} \qquad (13.8)$$

în care:

- t_c este timpul de concentrare în bazinul hidrografic, în minute;
- t_{cv} - timpul de concentrare pe versant, în minute;
- t_{ca} - timpul de concentrare în albii, în minute;
- L_v, L_a - lungimea parcursă de scurgere pe versant și respectiv, în albie, în m;
- V_v, V_a - viteza de scurgere pe versant și respectiv, în albie, în m/minut.

Pe versantele echipate cu lucrări antierozionale, timpul de concentrare este timpul necesar scurgerii de suprafață pentru a parcurge distanța dintre două lucrări, sau de la cumpăna apelor până la prima lucrare:

$$t_{c(min)} = \frac{L}{60 \cdot V} \qquad (13.9)$$

în care:

- t_c este timpul de concentrare, în minute;
- L - lungimea parcursă de scurgerea de, în m;
- V - viteza scurgerii, în m/s.

Literatura de specialitate oferă o mulțime de formule empirice pentru calculul timpului de concentrare (t_c), în funcție de locul de desfășurare a procesului:

✓ pentru canale de interceptare înierbate:

$$t_c = K \cdot L_c \cdot I_c^{0,5} \tag{13.10}$$

✓ pentru debuşee înierbate:

$$t_c = 0{,}0033 \cdot L_d \cdot I_d^{0,5} \tag{13.11}$$

✓ pentru bazine hidrografice mici (< 2.000 ha), neamenajate:

$$t_c = 0{,}5 \cdot L_v^{0,5} \cdot I_b^{-0,25} + K \cdot L_a \cdot I_a^{-0,5} \tag{13.12}$$

în care:

t_c este timpul de concentrare, în minute;
L_c - lungimea canalului, în m;
L_d - lungimea debuşeului, în m;
I_c - panta medie a canalului;
I_d - panta medie a debuşeului;
L_v - lungimea medie a versantelor din bazinul hidrografic, în m;
I_b - panta medie a bazinului hidrografic
L_a - lungimea albiei principale, în m;
I_a - panta medie a albiei principale;
K - coeficientul de rugozitate a albiei (K = 0,00167 pentru albii neînierbate şi K = 0,00278 pentru albii înierbate).

Stabilirea timpului de concentrare serveşte pentru determinarea duratei ploii de calcul. Între durata viiturii (scurgerii), durata ploii şi timpul de concentrare există relaţia:

$$T = t_p + t_c \tag{13.13}$$

în care:

T este durata viiturii, în minute;
t_p - durata ploii, în minute;
t_c - timpul de concentrare, în minute.

Dacă $t_p \geq t_c$, la calculul debitului maxim se consideră întreaga suprafaţă a bazinului hidrografic iar dacă $t_p < t_c$, debitul maxim provine numai de pe o porţiune a bazinului hidrografic.

Debitul maxim se produce după un timp egal cu timpul de concentrare, când $t_p > t_c$ şi la sfârşitul ploii, dacă $t_p < t_c$.

Viteza scurgerii dispersate pe versant (V) se poate calcula cu diverse formule empirice, cum este, de exemplu, relaţia propusă de *Kosteakov*:

$$V = m\sqrt{C \cdot K_s \cdot I \cdot L} \tag{13.14}$$

în care:

V este viteza de scurgere a apei pe versant, în m/s;

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

m - coeficient cu valoarea 1 pentru scurgerea laminară şi 2 în cazul scurgerii turbulente;

K_s - coeficientul mediu de scurgere;

$C = \delta \cdot \sqrt{I_v}$; $\delta = \frac{87}{\gamma}$ ($\gamma = 3,5$ pentru terenurile lucrate în lungul curbelor de nivel; $\gamma = 6 \div 8$ pentru versantele înierbate; $\gamma \succ 8$ pentru terenuri cu tufărişuri);

I_v - panta versantului;

I - intensitatea ploii de calcul, în m/s;

L - lungimea de scurgere pe versant, în m.

Volumul scurgerii (W) care se produce la o ploaie de calcul, interesează în cazul lucrărilor de reţinere a apei (valuri şi canale de nivel, lacuri de acumulare).

Pentru calcule aproximative, volumul scurgerii se poate determina cu relaţia:

$$W = 10 \cdot F \cdot H \cdot K_s \qquad (13.15)$$

în care:

W este volumul scurgerii de suprafaţă, în m^3;

F - suprafaţa de colectare, în ha;

H - grosimea stratului de apă al ploii considerate (cu asigurarea de calcul), în mm;

K_s - coeficientul mediu de scurgere.

Debitul scurgerii de suprafaţă(Q), cu diverse asigurări de calcul, se determină, de regulă, pe cale indirectă şi serveşte la dimensionarea lucrărilor de evacuare a apei de pe versante (canale de coastă, debuşee) şi a lucrărilor de construcţii hidrotehnice de pe reţeaua torenţială (praguri, baraje, pinteni, diguri etc).

Formula raţională folosită în proiectare pentru calcularea debitului maxim cu asigurarea de 1% este:

$$Q_{max\,1\%} = 0,167 \cdot K_s \cdot F \cdot I_{1\%} \qquad (13.16)$$

în care:

$Q_{max\,1\%}$ este debitul maxim cu asigurarea de 1%, în m^3/s;

K_s - coeficientul de scurgere mediu ponderat din bazinul hidrografic;

F - aria bazinului hidrografic, în ha;

$I_{1\%}$ - intensitatea medie a ploii de calcul pentru $t_p = t_c$ în mm/minut.

Pentru determinarea intensităţii ploii de calcul cu asigurarea de 1%, având durata (t_p, în minute) se pot folosi timpul de concentrare (t_c) determinat cu relaţia 13.12, harta cu zonele pluviale de pe teritoriul României (fig. 13.3) şi tabelul 13.4 cu intensitatea medie a ploii de calcul la probabilitatea de 1% pentru zonele pluviale din România.

BCU "SILVICA" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

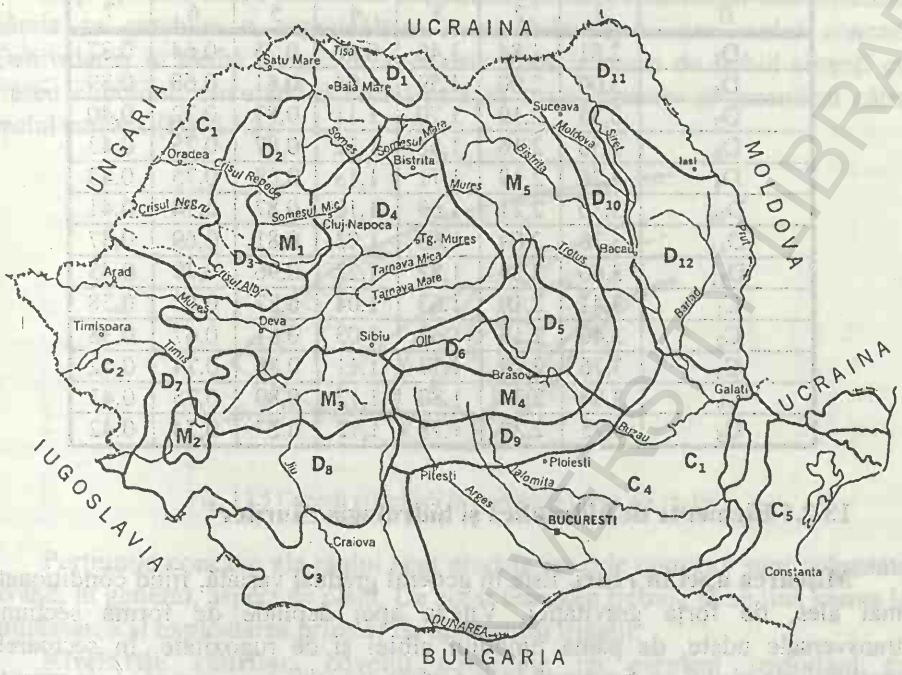


Fig. 13.3 Zonele pluviale de pe teritoriul României
(după *Platagea Maria,* 1974)

Tabelul 13. 4

Valorile intensității medii a ploii de calcul, cu asigurarea de 1 % ($I_{1\%}$, în mm/minut), având durata (t_p, în minute) pe zonele pluviale din România
(prelucrare după *Platagea Maria* - 1974, citată de *Gaşpar R* - 1978)

Zona pluvială (fig. 13.3)	Durata ploii (t_p), în minute						
	10	20	30	60	80	100	200
0	1	2	3	4	5	6	7
M_1	2,50	1,80	1,46	1,04	0,82	0,68	0,39
M_2	2,81	2,04	1,61	1,17	0,99	0,84	0,50
M_3	2,84	2,01	1,66	1,16	0,93	0,77	0,43
M_4	2,83	1,98	1,62	1,09	0,88	0,72	0,42
M_5	2,55	1,80	1,45	1,04	0,81	0,68	0,37
D_1	2,97	2,00	1,59	1,06	0,84	0,70	0,42
D_2	3,33	2,22	1,71	1,11	0,88	0,75	0,41
D_3	2,48	1,64	1,29	0,86	0,67	0,56	0,33
D_4	2,53	1,66	1,30	0,86	0,67	0,57	0,33

BCU IAȘI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

Tabelul 13. 4 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7
D_5	2,81	1,84	1,46	0,90	0,75	0,64	0,37
D_6	3,00	2,00	1,59	1,04	0,81	0,68	0,39
D_7	3,33	2,19	1,70	1,11	0,87	0,72	0,40
D_8	3,36	2,16	1,68	1,12	0,87	0,75	0,43
D_9	3,26	2,19	1,71	1,13	0,88	0,75	0,43
D_{10}	3,30	2,21	1,69	1,10	0,87	0,74	0,41
D_{11}	3,36	2,09	1,63	1,03	0,81	0,69	0,37
D_{12}	3,60	2,29	1,82	1,22	0,96	0,79	0,43
C_1	3,41	2,10	1,63	1,04	0,82	0,67	0,38
C_2	3,40	2,13	1,63	1,03	0,81	0,67	0,38
C_3	3,76	2,29	1,77	1,11	0,88	0,74	0,42
C_4	3,84	2,34	1,80	1,12	0,89	0,75	0,43
C_5	3,75	2,29	1,78	1,12	0,87	0,74	0,42

13.2.5 Elemente de hidraulica şi hidrologia râurilor

Mişcarea apei în râuri. Este în general gradual variată, fiind condiţionată mai ales, de forţa gravitaţiei. Viteza apei depinde de forma secţiunii transversale udate, de panta fundului albiei şi de rugozitate. În sectoarele rectilinii ale râului se formează la suprafaţa luciului apei curenţi convergenţi, dinspre maluri spre mijlocul albiei iar la fund, curenţi divergenţi, dinspre talveg spre maluri.

Din cauza deplasării generale a masei de apă, cele două categorii de curenţi dau naştere unui curent dublu circular în secţiune şi dublu elicoidal în spaţiu (fig. 13.4).

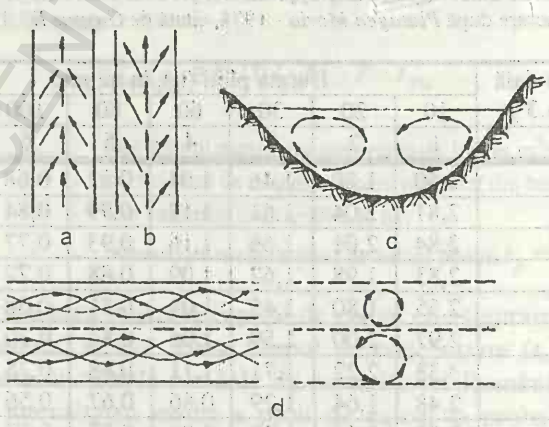


Fig. 13.4 Schema curenţilor dintr-o albie rectilinie
a - la suprafaţă; b - la fund; c - în secţiune; d - în profil longitudinal

În porțiunile curbe ale râului acționează și forța centrifugă, sub influența căreia se produce o supraînălțare a nivelului apei spre malul concav. Denivelarea în curbă a oglinzii apei determină în masa de lichid curenți cu traseu elicoidal, circulând descendent spre malul concav și ascendent către malul convex (fig. 13.5).

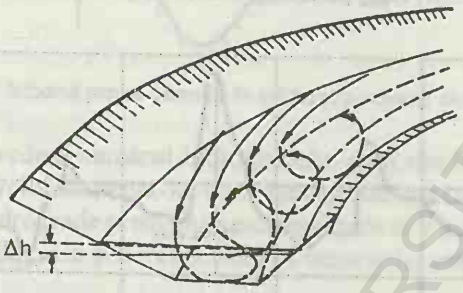


Fig. 13.5 Curenți elicoidali în porțiunile curbe ale râului

Porțiunile concave ale râului sunt erodate iar cele convexe sunt colmatate având, în general, aspect de plajă. De acest fenomen trebuie să se țină seama la amplasarea și exploatarea prizelor de apă pentru irigații.

Nivelurile râurilor. Nivelul constituie un element important ce caracterizează regimul cursului de apă considerat. Poate fi definit ca fiind diferența de înălțime între cota medie a oglinzii apei și suprafața unui plan orizontal de referință, considerat de cotă zero.

Întrucât la un râu, înălțimea suprafeței libere a apei față de planul orizontal de referință se modifică în timp, cea mai uzuală reprezentare a nivelului este hidrograful nivelurilor (fig. 13.6), care exprimă variația nivelului din secțiunea considerată în raport cu timpul.

Hidrograful nivelurilor se poate referi la diferite perioade de timp, putându-se considera hidrograful lunar, sezonier, anual, multianual etc.

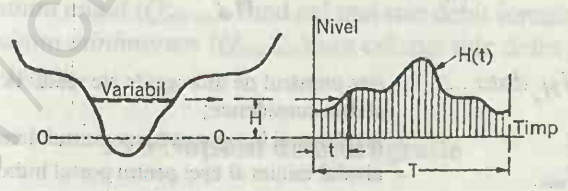


Fig. 13.6 Schemă pentru ilustrarea hidrografului nivelurilor la un curs de apă

Hidrograful nivelurilor pune în evidență valori maxime, minime și intermediare care se manifestă periodic. Fiecare hidrograf anual, de exemplu,

are cel puțin trei valori caracteristice: un nivel maxim (H_{max}), un nivel minim (H_{min}) și un nivel mediu (H_{med}).

Dacă se are în vedere succesiunea hidrografelor nivelurilor anuale (fig. 13.7) se evidențiază o nouă clasă de niveluri caracteristice: clasa nivelurilor caracteristice principale multianuale (H_{max} perioada....., H_{min} perioada....., H_{med} perioada.....).

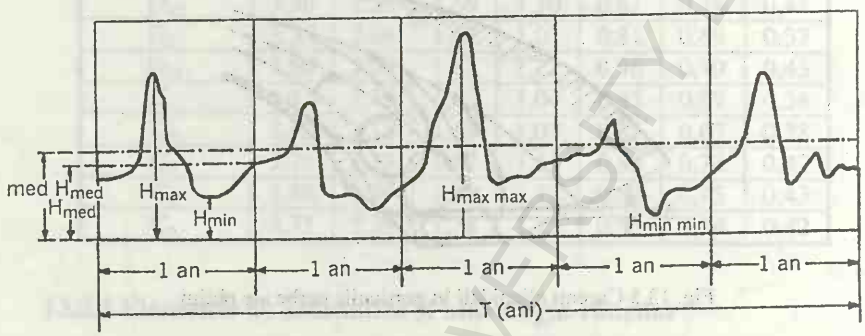


Fig. 13.7 Schemă pentru ilustrarea hidrografelor nivelurilor pe un șir de ani

Media nivelurilor medii multianuale pe o perioadă îndelungată reprezintă *nivelul normal*, iar media nivelurilor minime anuale constituie *nivelul minim mediu* sau *nivelul de etiaj*. Se mai disting și niveluri speciale: din timpul zăpoarelor, începerii și terminării podului de gheață, la apele mari de toamnă, la apele mici de iarnă etc.

Nivelurile râurilor pot fi caracterizate și prin noțiunea de *hidrograd* (H_d), care exprimă a zecea parte din diferența dintre nivelul maxim (H_{max}) și nivelul minim (H_{min}) al râului considerat (fig. 13.8).

Determinarea numărului de hidrograde la un post hidrometric, pentru o anumită dată se face cu relația:

$$N_{H\,d}\,data..... = \frac{H - H_{min}}{H_d} \qquad (13.17)$$

în care:

$N_{H_d}\,data.....$ - este numărul de hidrograde ale râului la postul hidrometric și data considerate;

H - nivelul apei înregistrat în momentul determinării;

H_{min} - nivelul minim al apei pentru postul hidrometric considerat;

H_d - valoarea unui hidrograd pentru postul hidrometric considerat.

Valoarea hidrogradului variază pe același curs de apă și de la un râu la altul. Pentru râurile din România, valoarea unui hidrograd variază între 0,3 - 0,9.

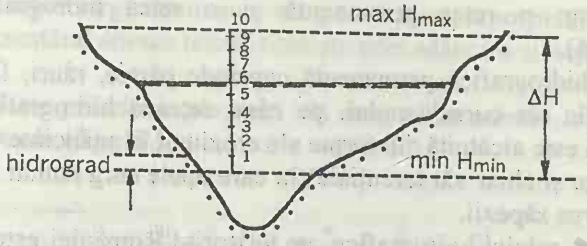


Fig. 13.8 Schemă pentru punerea în evidență a noțiunii de hidrograd

Avându-se în vedere numărul hidrogradelor unui râu la un moment dat, se poate considera nivelul staționar la 1 - 2 hidrograde, probabilitatea producerii viiturilor la 4 - 7 hidrograde și niveluri extraordinare la 9 hidrograde.

Debitele râurilor. Ca și nivelul, debitul caracterizează regimul de curgere al unui curs de apă.

Deoarece sensul de variație a debitului este pentru aceeași secțiune, pantă și rugozitate, analog variației nivelului, se obișnuiește ca reprezentarea grafică a debitului să se exprime ca și în cazul nivelului, obținându-se hidrograful debitului.

În calculele necesare proiectării lucrărilor de îmbunătățiri funciare se folosesc valorile diferitelor debite caracteristice, cu anumite asigurări de calcul.

Cele mai importante debite caracteristice pe un curs de apă considerat sunt:

- ✓ *debitul maxim istoric* ($Q_{max\ ist}$) care reprezintă cel mai mare debit înregistrat vreodată
- ✓ *debitul maxim mediu* ($Q_{max\ med}$), adică media debitelor maxime anuale;
- ✓ *debitul modul* sau *normal* (Q_0), reprezentând media aritmetică a debitelor medii anuale într-o perioadă lungă de ani consecutivi;
- ✓ *debitul maxim anual* ($Q_{max\ an}$) sau debitul cel mai mare înregistrat în cursul unui an;
- ✓ *debitul mediu anual* ($Q_{med\ an}$), reprezentând media debitelor înregistrate într-un an;
- ✓ *debitul minim anual* ($Q_{min\ an}$), fiind cel mai mic debit înregistrat într-un an;
- ✓ *debitul minim minimorum* ($Q_{min\ min}$) sau cel mai mic debit înregistrat pe o perioadă lungă de ani.

13.3 Noțiuni de hidrografie

Hidrografia reprezintă partea hidrologiei care studiază cursurile de apă continentale, ca elemente ale mediului geografic.

Totalitatea cursurilor de apă, cu sau fără debit permanent, de pe un anumit teritoriu constituie *rețeaua hidrografică.*

Se disting: o rețea permanentă și o rețea hidrografică periodică (nepermanentă).

Rețeaua hidrografică permanentă cuprinde pâraie, râuri, fluvii și lacuri, care au apă în tot cursul anului, pe când rețeaua hidrografică cu curgere nepermanentă este alcătuită din forme ale eroziunii în adâncime (ogașe, ravene, văiugi, viroage și chiar văi torențiale) în care apele curg numai după ploi mari sau după topirea zăpezii.

Densitatea rețelei hidrografice* pe teritoriul României este, în medie, de 0,49 km/km^2, variind în limite foarte largi, de la 0,0 - 0,5 km/km^2 (în zona de câmpie) până la 0,5 - 1,2 km/km^2 (în regiunea muntoasă). Lungimea rețelei fluviale din țară este de aproximativ 120.000 km.

Suprafața de teren de pe care un curs de apă sau un lac (cu debit permanent sau nepermanent) își colectează apele sale poartă numele de *bazin hidrografic* sau *bazin de recepție*.

Un bazin hidrografic este limitat de *cumpăna apelor* sau *linia de separație a apelor*. Cumpăna apelor este linia imaginară care unește crestele cele mai înalte ale versantelor ce separă două bazine hidrografice vecine. Se deosebesc: cumpăna topografică sau linia de separație a apelor de suprafață și cumpăna hidrografică sau subterană.

Delimitarea bazinelor hidrografice mici se face, exclusiv pe baza cumpenei topografice.

Bazinul hidrografic se poate referi la întreg teritoriul care alimentează cursul de apă până la punctul de vărsare sau numai la suprafața situată în amonte de un anumit punct de pe talveg: confluență, stație hidrometrică, baraj, secțiune de control etc.

Bazinul hidrografic se caracterizează printr-o serie de indicatori morfometrici, cum sunt: suprafața bazinului hidrografic, lungimea cumpenei apelor, coeficientul de dezvoltare a cumpenei, lungimea bazinului hidrografic, lățimea medie a bazinului hidrografic, lungimea talvegurilor, sinuozitatea talvegurilor panta medie a talvegului principal și a bazinului hidrografic etc.

În România sunt 4290 râuri cu suprafața bazinului hidrografic $F \geq 10$ km^2 reprezentând o lungime totală ce depășește 66.000 km (*Băloi, V.* 1980).

Unitatea geomorfologică cuprinsă între două versante care mărginesc traseul unui curs de apă se numește *vale*. Valea se prezintă ca o formă negativă de relief, mult alungită, care permite apelor unui râu să circule de la izvoare către locul de vărsare. În regiunile muntoase și de deal, văile sunt, în general, înguste, adânci și cu panta longitudinală pronunțată. Înspre zona de

* Uneori densitatea rețelei hidrografice mai este denumită și densitate de drenaj a bazinului dar, în acest din urmă caz nu se face referire numai la rețeaua cu caracter permanent, ci la toate formele negative de relief care, având un talveg elementar, au capacitatea de a orienta și organiza scurgerea de suprafață.

câmpie, văile sunt largi, sinuoase, au panta mică, apropiată de panta de echilibru*, prezentând adesea terase formate prin adâncire şi deplasări laterale ale râului.

Componentele principale ale unei văi sunt: albia minoră, albia majoră şi versantele limitrofe (fig. 13.9)

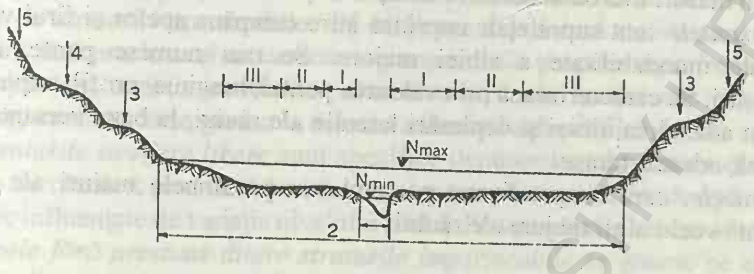


Fig. 13.9 Secţiune transversală printr-o vale
1 - albia minoră; 2 - albia majoră; 3 - terasa I; 4 - terasa a II - a; 5 - versant; 6 - cumpăna apelor; I - fâşia de grind; II - fâşia centrală; III - fâşia preterasică

Spaţiul ocupat de apa ce curge la suprafaţă pe traseul punctelor de cea mai mică cotă din cuprinsul unei văi se numeşte albie.

Albia minoră este canalul natural săpat de apă, prin care curg debitele mici şi mijlocii. Profilul transversal al albiei minore cuprinde talvegul şi malurile albiei.

Talvegul, firul văii sau patul albiei este linia care uneşte punctele cele mai joase ale albiei minore sau canalul prin care se scurg debitele la nivelul de etiaj.

Malurile albiei minore pot fi drepte, concave, convexe sau în trepte.

Albia majoră reprezintă, în general, spaţiul luncii inundabile şi se desfăşoară pe ambele părţi sau numai pe o parte a albiei minore. Albiile majore înguste (până la câteva sute de metri) sunt relativ orizontale în profil transversal dar cele late şi foarte late (Lunca Dunării are în unele sectoare lăţimea de peste 10 - 12 km) prezintă o pantă determinată de descreşterea cotelor de la albia minoră spre baza versantului. La acestea din urmă se disting trei fâşii caracteristice (v. fig. 13.9):

✓ *fâşia de grind*, care se situează în apropierea albiei minore, este formată din soluri uşoare, nisipoase (aluviuni recente), este mai înaltă, cu apa freatică la 3 - 5 m adâncime, fiind rar inundabilă;

✓ *fâşia centrală*, mai lată şi mai joasă în raport cu fâşia de grind, cu soluri mai argiloase şi apa freatică la adâncime mică (1 - 3 m), este inundabilă şi străbătută de vechi albii;

---

* Valoarea pantei talvegului stabilită în concordanţă cu caracteristicile hidraulice ale cursului de apă şi nivelului de bază al eroziunii. Nivelul de bază al eroziunii se defineşte ca nivelul cel mai jos până la care un curs de apă poate să-şi erodeze albia.

✓ *fâşia preterasică* sau *fâşia de sub coastă* este cea mai joasă porţiune a luncii, cu soluri grele (uneori salinizate), apa freatică foarte aproape de suprafaţă, prezentând numeroase bălţi şi privaluri.

În general, luncile sunt terenuri fertile, însă pentru utilizarea raţională a acestora se impun măsuri hidroameliorative complexe şi diferenţiate pe cele trei fâşii.

Versantele sunt suprafeţele cuprinse între cumpăna apelor şi firul văii sau limita de inundabilitate a albiei majore. Se mai numesc pante, coaste, povârnişuri. Se caracterizează prin valoarea pantei, lungime, profil, expoziţie.

Prin adâncirea albiei şi deplasări laterale ale râului, la baza versantelor se formează, adesea, terase.

Terasele, care se pot forma pe unul sau pe ambele maluri ale râului, reprezintă vechi albii majore ale râului.

13.4 Noţiuni de hidrogeologie

Hidrologia este ştiinţa care se ocupă cu studiul genezei, regimului şi distribuţiei regionale a apelor subterane.

În proiectarea lucrărilor de îmbunătăţiri funciare, datele studiilor hidrogeologice servesc la alegerea tipului corespunzător de lucrare hidroameliorativă şi totodată, la dimensionarea lucrărilor.

De asemenea, studiile hidrogeologice, asociate cu alte studii, permit efectuarea de prognoze cu privire la evoluţia nivelurilor apelor freatice, la influenţa acestora asupra solului şi lucrărilor hidrotehnice.

În anumite condiţii, apele subterane pot constitui sursă de alimentare a sistemelor de irigaţii.

Apele subterane se formează din precipitaţiile infiltrate în sol şi, într-o mai mică măsură, prin condensarea vaporilor proveniţi din atmosferă în spaţiul lacunar al solului şi rocilor.

Apele subterane se pot clasifica după mai multe criterii:

După *origine*, apele subterane pot fi grupate în *ape vadoase* (provin din apa infiltrată din precipitaţii sau râuri şi din condensarea vaporilor în partea superioară a litosferei), *ape juvenile* sau *magmatice* (apele formate în straturi permeabile, prin condensarea subterană a vaporilor proveniţi din magmă, având adesea temperatura ridicată şi fiind bogate în săruri şi gaze în soluţie) şi *ape fosile* sau *de zăcământ*, care sunt straturi acvifere sub presiune, legate de cele mai multe ori de zăcămintele petrolifere.

În lucrările de îmbunătăţiri funciare prezintă importanţă apele vadoase.

În funcţie de *condiţiile de alimentare şi de stratificare*, apele subterane pot fi de tip *freatic* şi *de adâncime* (*Nicolau C.* şi colab., 1970).

Apele de tip freatic cuprind apele suprafreatice, apele freatice propriu-zise, straturile acvifere libere şi apele fără presiune dintre straturile impermeabile.

Apele suprafreatice sunt caracteristice zonelor cu clima umedă şi sunt reprezentate de apa cantonată în profilul solului. Apar frecvent în primăverile ploioase iar în zonele reci şi bogate în precipitaţii, se menţin aproape tot timpul anului. Arealul de existenţă al apelor suprafreatice coincide cu zona de alimentare.

Apele freatice propriu-zise se formează în masa terenurilor permeabile, situate pe straturi impermeabile. Se întâlnesc sub formă de straturi acvifere continui, fără presiune şi au caracter permanent. Ca şi apele suprafreatice, sunt influenţate de variaţia condiţiilor climatice şi unele lucrări de îmbunătăţiri funciare, cu toate că se găsesc la diferite adâncimi sub profilul de sol.

Straturile acvifere libere sunt specifice depunerilor aluvionare din albiile majore ale râurilor, şesurilor aluviale, bazelor teraselor cursurilor de apă etc. Sunt puternic influenţate de variaţia nivelului râului din vecinătatea cărora se află.

Apele fără presiune dintre straturile impermeabile se găsesc pe al doilea sau al treilea strat impermeabil şi sunt influenţate în mică măsură de condiţiile climatice.

Apele de adâncime sau **din straturile acvifere captive** ocupă spaţiul lacunar al straturilor permeabile, situate între straturi impermeabile, la adâncime mare.

Apele de adâncime se află sub presiune, având fie caracter ascensional (se pot ridica datorită presiunii, deasupra stratului din care provin), fie caracter artezian sau ascensional pozitiv (se pot ridica deasupra suprafeţei terenului).

Zona de alimentare a acestor ape nu coincide cu zona lor de dezvoltare şi sunt foarte puţin influenţate de variaţia condiţiilor climatice.

13.4.1 Distribuţia pe verticală a apei subterane

Dacă se consideră o secţiune verticală prin pământ până la primul strat impermeabil, deasupra căruia se găseşte apă subterană, se disting două zone caracteristice: o zonă nesaturată cu apă (zona de aeraţie), situată în apropiere de suprafaţa terenului şi o zonă saturată cu apă sau apa subterană propriu-zisă (fig. 13.10).

Zona de aeraţie, cuprinsă între suprafaţa terenului şi nivelul hidrostatic al apei subterane poate fi împărţită în trei subzone (*Poirée* şi *Ollier*, 1962): subzona de evapotranspiraţie, subzona intermediară şi subzona franjului capilar.

Subzona de evapotranspiraţie cuprinde spaţiul de sub suprafaţa terenului pe grosimea de aproximativ 1 - 2 m. Apa din această subzonă este reţinută de sol, mai ales, datorită forţelor capilare. Mişcarea predominantă a apei din această subzonă este de jos în sus, datorită fenomenului de evaporaţie şi absorbţiei de către rădăcinile plantelor. Prin difuziune, determinată de variaţia potenţialului capilar, are loc şi mişcarea apei către profunzime. De asemenea,

pentru scurte perioade de timp (la producerea precipitațiilor sau la aplicarea irigației), devine predominantă circulația de sus în jos.

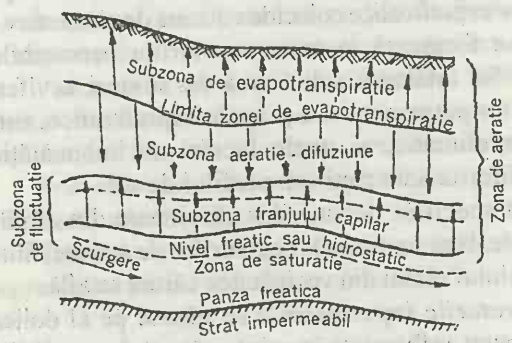


Fig. 13.10 Distribuția în plan vertical a apei subterane

Subzona intermediară (*de aerație - difuziune*) este limitată la partea superioară de subzona de evapotranspirație iar la partea inferioară, de subzona franjului capilar. În această subzonă apa este reținută sub formă peliculară, fiind în mică măsură accesibilă plantelor, motiv pentru care acest spațiu mai poartă numele și de *orizont mort*. Apa peliculară din subzona intermediară ocupă numai partea fină a spațiului lacunar, restul fiind ocupat cu aer, din care vaporii se pot condensa. De aceea, subzona se mai numește și *de condensare*.

Grosimea subzonei de aerație - difuziune este cu atât mai mare cu cât apa freatică se află la adâncime mai mare.

Subzona franjului capilar se află situată deasupra nivelului hidrostatic al apei freatice. În acest spațiu umiditatea crește odată cu adâncimea, ajungând la saturație la nivelul hidrostatic al stratului acvifer. Grosimea subzonei franjului capilar reprezintă înălțimea de ascensiune capilară (1 - 2 m) care, la rândul său, depinde de alcătuirea granulometrică a fazei solide din subzonă.

Zona saturată este cantonată sub nivelul hidrostatic al apei freatice. În acest spațiu nu există decât două faze: faza lichidă și faza solidă.

Obișnuit, nivelul hidrostatic al apei freatice variază, în funcție de alimentarea din precipitații, irigații sau cursuri de apă limitrofe. Odată cu aceasta, are loc și variația subzonei franjului capilar, din care cauză se poate vorbi și de o subzonă de fluctuație, care se manifestă la limita dintre zona de aerație și zona de saturație.

13.4.2 Regimul apei freatice

Nivelul apei freatice se modifică în timp ca urmare a influenței unor factori naturali sau determinați de activitatea umană și a proceselor de alimentare și de descărcare a straturilor freatice.

Se disting: regimul de alimentare a stratului acvifer și regimul de descărcare.

Regimul de alimentare poate fi de trei feluri:

- ✓ *de interfluviu*, cu alimentarea preponderentă din precipitațiile atmosferice;
- ✓ *riveran*, alimentat prin infiltrații din cursurile de apă;
- ✓ *mixt*, cu alimentarea din precipitații și prin infiltrații din cursurile de apă.

Regimul de descărcare poate fi de patru tipuri:

- ✓ *prin scurgere subterană activă*, în cazul straturilor acvifere cu permeabilitatea mare,
- ✓ *prin scurgere lentă și evaporație*, în cazul straturilor acvifere cu permeabilitatea mijlocie (nisipuri medii și fine, cu adâncimea nivelului piezometric între 2 - 5 m);
- ✓ *prin evaporație*, în cazul straturilor cu permeabilitatea mică (nisipuri fine și argiloase, cu adâncimea nivelului piezometric între 0 - 3 m);
- ✓ *prin drenaj și pomparea apei freatice pentru diverși consumatori.*

În practica proiectării și exploatării lucrărilor hidroameliorative trebuie cunoscute variațiile nivelului freatic.

Factorii naturali care modifică nivelul freatic sunt precipitațiile și apa râurilor.

Precipitațiile influențează favorabil nivelul freatic prin cantitate, arcalul de manifestare, tipul ploilor și perioadele în care se produc. Valorile ridicate ale precipitațiilor în perioadele cu evapotranspirația redusă favorizează în mod deosebit creșterea nivelului freatic. Între producerea precipitațiilor și creșterea nivelului freatic există un decalaj care depinde de cantitatea de precipitații, coeficientul de efectivitate* al precipitațiilor, proprietățile hidrofizice ale solului etc.

În condițiile climatice din România, nivelul maxim al apei freatice se înregistrează în lunile aprilie - mai iar cel minim, în octombrie - noiembrie.

În ce privește apa râurilor, influența asupra nivelului freatic este reciprocă și se manifestă mai activ pe suprafețele limitrofe cursurilor de apă. În Lunca Dunării și în luncile râurilor interioare mari, la ape mici se constată un efect drenant iar la ape mari se înregistrează ridicarea nivelului freatic.

Prin lucrările de îmbunătățiri funciare și de gospodărire a apelor, factorul antropic poate determina creșterea sau coborârea nivelului freatic. Coborârea nivelului freatic se realizează prin lucrări de desecare-drenaj iar ridicarea nivelului freatic poate avea drept cauză irigațiile aplicate nerațional.

O activitate antropică rațională trebuie să asigure menținerea nivelului freatic pe terenurile agricole la adâncimea care să asigure condiții optime pentru creșterea și dezvoltarea plantelor cultivate și să conserve însușirile agroproductive ale solului.

---

* Coeficientul de efectivitate reprezintă raportul dintre precipitații și creșterea nivelului freatic.

13.4.3 Circulația apei subterane

Apa subterană circulă prin spațiul lacunar al solului și rocilor datorită gradientului hidraulic*, dinspre punctele cu cota sau presiunea mai mare, spre cele cu cota sau presiunea mai mică.

Mișcarea apei subterane este, dependentă de natura și granulometria rocilor în care este cantonat stratul acvifer.

Din acest punct de vedere se deosebesc:

✓ *roci acvifere* (nisipuri, pietrișuri, bolovănișuri etc) în care apa subterană circulă ușor și cu viteza relativ mare ($K > 10^{-3}$ cm/s);

✓ *roci acvilude* (marne și argile) în care viteza de circulație a apei este redusă ($10^{-3} \div 10^{-8}$ cm/s);

✓ *roci acvifuge* (eruptive, metamorfice, sedimentare, cimentate) care, în mod practic, nu permit circulația apei subterane;

Obișnuit, scurgerea apei subterane este laminară și cu viteza variabilă. Neomogenitatea rocilor și pantei curentului subteran pot determina și scurgerea turbulentă. Calculul vitezei de scurgere a apei subterane se face cu relația lui *Darcy*:

$$V = K\frac{h_1 - h_2}{L} \tag{13.18}$$

în care:

V - reprezintă viteza apei subterane, în m/s;

K - conductivitatea hidraulică, în m/s;

h_1-h_2 - diferența de nivel dintre două puncte considerate la suprafața liberă a apei;

L - distanța dintre cele două puncte considerate, în m;

Calculul debitului (Q) se efectuează cu relația:

$$Q = K \cdot \omega \frac{h_1 - h_2}{L} \tag{13.19}$$

în care:

ω este aria secțiunii transversale a materialului poros prin care are loc scurgerea, în m^2;

Pentru determinarea direcției de scurgere și chiar a vitezei apei subterane se pot folosi substanțe colorante sau radioactive (fluoresceina, fuxina, uranina etc) și o rețea de puțuri de observație.

---

* Gradientul hidraulic reprezintă pierderea de sarcină hidrodinamică pe unitatea de lungime a unui curent subteran sau a unui curs de apă.

BCU IAȘI / CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

13.5 Noţiuni de hidrometrie

Hidrometria este ramura hidrologiei care se ocupă cu descrierea instalaţiilor şi a aparatelor hidrometrice, studiază metodele de determinare cantitativă a elementelor ce caracterizează regimul cursurilor de apă şi al apelor stătătoare şi stabileşte modul de prelucrare a datelor din observaţii şi măsurători.

Valorile elementelor hidrologice se determină prin măsurători în anumite puncte de pe reţeaua hidrografică, în care sunt amenajate posturi sau staţii hidrometrice. Posturile hidrometrice pot fi: de râuri (canale), de lacuri, marine şi de interfluviu (hidrogeologice). Totalitatea posturilor hidrometrice formează ceea ce se numeşte reţeaua hidrometrică.

13.5.1 Hidrometria râurilor (canalelor)

La posturile hidrometrice de pe râuri se efectuează observaţii şi măsurători referitoare la variaţia nivelului apei, adâncimea şi viteza de curgere, mărimea debitelor lichide şi solide, temperatura apei, evaporaţia la suprafaţa apei etc. De asemenea, se prelevează probe de apă pentru analize privind însuşirile fizice şi chimice ale apei.

Posturile hidrometrice de pe râuri se amplasează în sectoarele rectilinii ale cursului de apă, cu malurile albiilor minoră şi majoră paralele, în zone cu albia stabilă, cu lăţimea minimă, fără vegetaţie abundentă, cu malurile nu prea abrupte, panta longitudinală a luciului de apă cât mai uniformă şi în afara remuului* provocat de afluenţi.

În zona de amplasare a postului hidrometric, curgerea apei în albie trebuie să fie de tip laminar.

La proiectarea şi exploatarea digurilor, barajelor, podurilor, prizelor de apă etc, interesează valorile pantei şi nivelului cursului de apă.

Determinarea pantei se face prin măsurarea simultană a nivelului apei la 50 - 200 m în amonte şi aval de postul hidrometric şi raportarea la lungimea dintre punctele considerate a diferenţei de nivel constatate.

Măsurarea nivelului apei se face cu ajutorul mirelor hidrometrice, a limnigrafelor şi telelimnigrafelor.

Mirele hidrometrice (fig. 13.11) sunt rigle metalice de 1 - 2 m, divizate în unităţi de lungime. Ele pot fi amplasate în poziţie verticală sau înclinată, pe unul sau ambele maluri ale cursului de apă. Când mirele sunt amplasate înclinat, ele sunt astfel divizate încât să se citească dimensiunea măsurată pe verticală.

---

* Ridicarea nivelului unui curs, din aval spre amonte, cauzată de: un zăpor (îngrămădire de sloiuri de gheaţă care provoacă strangularea secţiunii de scurgere), de îngustarea albiei, de un obstacol, de creşterea debitului pe un afluent etc.

Mirele hidrometrice se instalează cu diviziunea zero sub nivelul de etiaj, pentru ca citirile pe miră să exprime valori pozitive la orice nivel al cursului de apă.

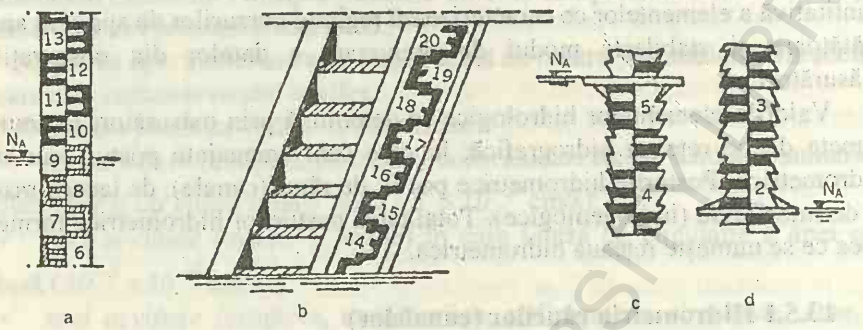


Fig. 13.11 Mire hidrometrice
a - miră verticală; b - miră înclinată; c - miră cu zimți pentru niveluri maxime; d - miră cu zimți pentru niveluri minime.

Înregistrarea nivelurilor maxime și minime se realizează cu ajutorul mirelor cu muchiile zimțate, pe care se află un cursor plutitor ce poate fi deplasat de apă în lungul mirei, la creșterea și respectiv, descreșterea nivelului.

În cazul cursurilor de apă cu variații mari de nivel, se instalează la posturile hidrometrice mai multe mire succesive (în trepte), în așa fel încât extremitatea de sus a mirei inferioare să se situeze în același plan orizontal cu extremitatea de jos a mirei imediat superioare (fig. 13.12).

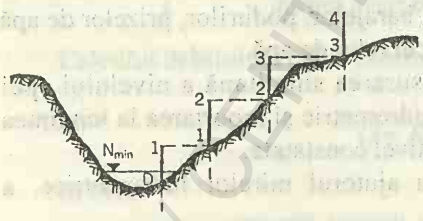


Fig. 13.12 Schema amplasării mirelor hidrometrice în cazul râurilor cu variații mari de nivel

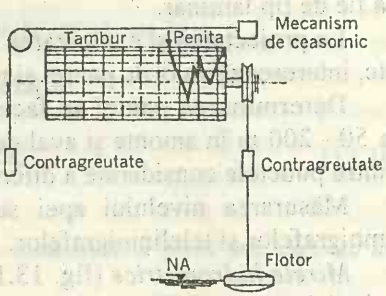


Fig. 13.13 Schema de principiu a unui limnigraf

Limnigrafele sunt instrumente cu ajutorul cărora se înregistrează, pe o hârtie specială (limnigramă), evoluția în timp a nivelului apei. Schema de principiu a limnigrafului (fig. 13.13) cuprinde: un flotor care balansează cu o

contragreutate prin intermediul unui scripete; un tambur pe care se înfăşoară banda înregistratoare; un sistem de înregistrare acţionat de un mecanism de ceasornic.

Limnigrama se schimbă la 12 ore, 24 ore sau săptămânal.

Pentru ca înregistrarea nivelului apei să nu fie afectată de valuri, limnigraful se instalează într-o cabină, deasupra unui puţ care are legătură cu râul sau canalul printr-o conductă.

Telelimnigrafele sunt aparatele care înregistrează şi transmit automat evoluţia nivelului apei la staţia de recepţie, situată la o oarecare depărtare de cursul de apă. Transmiterea valorilor nivelurilor se poate face continuu sau la anumite ore.

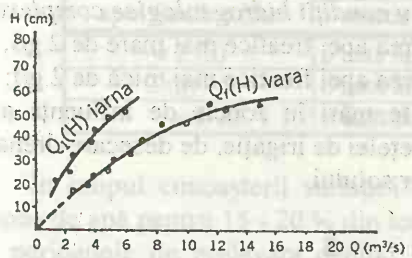


Fig. 13.14 Cheie limnimetrică

Măsurarea vitezei apei şi a debitului se efectuează aşa cum s-a arătat la paragraful 12.4.

Pe baza corelaţiei directe între nivelul şi debitul cursului de apă, se întocmesc la posturile hidrometrice aşa numitele chei limnimetrice sau hidrometrice (fig. 13.14).

Cheia limnimetrică este un grafic care permite determinarea în orice moment a debitului cursului de apă, în funcţie de valoarea nivelului, citită pe mira hidrometrică.

13.5.2 Hidrometria apei subterane

Urmărirea fluctuaţiei nivelului freatic şi a gradului de mineralizare a apei subterane asigură prevenirea degradării solului prin salinizare şi/sau înmlăştinare.

Datele hidrogeologice se obţin la puţurile (posturile) hidrogeologice.

Un post hidrogeologic este format dintr-un foraj (puţ hidrogeologic) sau un aliniament de foraje. Puţul hidrogeologic se realizează folosind o conductă metalică cu diametrul de 300 mm, aşezată în poziţie verticală, cu extremitatea inferioară în stratul acvifer. În interiorul acesteia se introduce un tub cu diametrul de 50 - 100 mm, din oţel sau PVC rigid, prevăzut cu fante, pentru a permite intrarea apei din acvifer. Spaţiul dintre cele două tuburi se umple cu pietriş până la adâncimea de circa 1 m de la suprafaţa terenului iar restul cu argilă. Pietrişul are rol filtrant iar argila împiedică pătrunderea în puţ a apei de la suprafaţă. Pe măsura realizării filtrului prin depunerea stratului de pietriş, se extrage din puţ conducta exterioară, astfel ca să se asigure pătrunderea apei prin stratul filtrant şi fante în tubul interior.

Puţurile de observaţii hidrogeologice se clasifică în:

- ✓ puțuri care urmăresc variația stratului freatic permanent;
- ✓ puțuri care urmăresc variația stratului freatic sezonier.

Primele permit culegerea datelor necesare proiectării lucrărilor de hidroameliorații iar cele din a doua categorie asigură datele pentru exploatarea rațională a lucrărilor și terenurilor ameliorate.

Densitatea puțurilor de observații în stratul freatic permanent, pentru proiectarea lucrărilor de hidroameliorații este:

a. *zonele de terase și câmpurile cu strat acvifer freatic*:

- ✓ un puț la 400 - 500 ha, pentru adâncimea apei freatice mai mică de 5 m;
- ✓ un puț la 600 - 800 ha, pentru adâncimea apei freatice cuprinsă între 5 - 10 m;
- ✓ un puț la 800 - 1.500 ha, la adâncimea apei freatice mai mare de 10 m;

b. *luncile râurilor și câmpiile joase cu condiții hidrogeologice complexe*:

- ✓ un puț la 200 - 300 ha, la mineralizarea apei freatice mai mare de 2 g/l;
- ✓ un puț la 300 - 400 ha, la mineralizarea apei freatice mai mică de 2 g/l;

Densitatea precizată mai sus se poate mări în zonele de influență ale lacurilor, sau când se urmărește influența rețelei de irigație, de desecare-drenaj, amenajărilor piscicole etc asupra însușirilor solului.

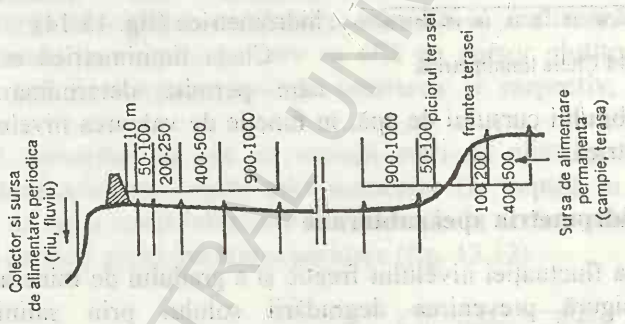


Fig. 13.15 Schema de amplasare a puțurilor hidrogeologice în profilul transversal al unei lunci

Distanța dintre profilurile hidrogeologice transversale este de 8 - 10 km pentru condiții hidrogeologice omogene și de 2 - 4 km în cazul condițiilor hidrogeologice variate.

Distanța aproximativă dintre puțurile aceluiași profil hidrogeologic transversal se diferențiază, așa cum se observă în figura 13.15.

Puțurile de observație în stratul freatic sezonier se pot amplasa cu aceeași densitate ca în cazul stratului freatic permanent, cu deosebirea că îndesirea lor se face (dacă este necesar) după 2 - 3 ani de exploatare a terenurilor amenajate.

Măsurarea adâncimii apei freatice se efectuează cu ajutorul fluierului hidrogeologic, alte dispozitive simple sau cu ajutorul limnigrafului. *Fluierul hidrogeologic* este un dispozitiv metalic, care emite un sunet asemănător

fluieratului în clipa când atinge suprafaţa apei. Este legat la extremitatea unei bucăţi de sfoară şi se introduce în puţ. Producerea semnalului sonor este aproape simultană cu atingerea nivelului apei din puţ. Prin însumarea lungimii segmentului de sfoară introdus în puţ şi a porţiunii din fluierul hidrogeologic pătrunsă în apă, se determină adâncimea nivelului hidrostatic.

Frecvenţa măsurătorilor de nivel freatic se stabileşte dependent de adâncimea acviferului şi perioada calendaristică, aşa cum se observă în tabelul 13.5.

Tabelul 13. 5

Frecvenţa măsurătorilor nivelului freatic

Adâncimea nivelului apei freatice (m)	Frecvenţa măsurătorilor	
	martie-octombrie	noiembrie - februarie
< 2 (3)	o dată la 3 - 5 zile	o dată la 7 zile
2 (3) - 5	o dată la 5 - 7 zile	o dată la 7 zile
> 5	o dată la 7 zile	o dată la 10 zile

În scopul cunoaşterii variaţiei mineralizării apei freatice, se prelevează probe de apă pentru 15 - 20 % din totalul puţurilor. Numărul de prelevări pe an şi perioadele de prelevare depind de adâncimea apei freatice şi gradul de mineralizare al acesteia (tab. 13.6).

La probele de apă se analizează reziduul fix, pH^{ul} , anionii şi cationii precum şi prezenţa substanţelor poluante.

Prognoza nivelului apei freatice. Având în vedere că pe terenurile irigate are loc ridicarea nivelului apei freatice, este necesar să se determine înălţimea probabilă de ridicare a nivelului freatic.

Întocmirea unei prognoze de evoluţie a nivelului freatic este extrem de complexă însă, pentru orientare generală, înălţimea de ridicare a nivelului freatic se poate estima cu relaţia:

$$h_f = \frac{w_i}{\eta_0 \cdot S_i} \qquad (13.20)$$

în care:

h_f este înălţimea de ridicare a nivelului freatic, în m/an;

w_i - volumul de apă (din precipitaţii, irigaţii sau alte surse) care percolează profilul de sol, în m^3/an;

η_0 - porozitatea efectivă*, în % v/v;

S_i - suprafaţa zonei influenţate de pierderile de apă prin infiltraţie, în m^2;

* Parte din porozitatea solului, alcătuită din pori activi (mari şi mijlocii) care intervine în procesele de reţinere şi mişcare a apei şi aerului. În porozitatea efectivă nu se includ porii foarte mici, cei fără comunicaţie sau cei în care apa este reţinută sub formă adsorbită, inaccesibilă plantelor.

Tabelul 13. 6

Numărul şi perioadele de prelevare a probelor de apă subterană

Număr de recoltări/an	Adâncimea apei freatice (m)	Mineralizarea apei freatice (g/l)	Perioada de recoltare
3	< 3	> 2	niveluri maxime de primăvară
			niveluri maxime de sfârşit de vară
			niveluri minime de toamnă
2	< 3	< 2	niveluri maxime de primăvară
	3 - 5		niveluri minime de toamnă
1	> 5	-	niveluri maxime de primăvară

XIV. AMENAJAREA TERENURILOR AGRICOLE CU UMIDITATEA DEFICITARĂ

14.1 Sistemul de irigaţii
14.2 Surse de apă şi calitatea apei de irigaţii
14.3 Prize de apă pentru irigaţii
14.4 Metode de udare
14.5 Tipul de amenajare cu canale de pământ
14.6 Tipul de amenajare cu conducte îngropate
14.7 Automatizarea sistemelor de irigaţii
14.8 Nivelarea terenului pentru irigaţii
14.9 Exploatarea şi întreţinerea sistemelor de irigaţii

Precipitaţiile insuficiente şi, mai ales, distribuţia aleatorie a acestora în perioada de vegetaţie - în strânsă corelaţie cu evoluţia altor elemente climatice - determină pe anumite teritorii (în România pe aproximativ jumătate din suprafaţa agricolă) intervale de secetă cu repercusiuni nefavorabile asupra producţiei agricole şi securităţii alimentare a populaţiei. În Câmpia Dunării şi în Dobrogea, de exemplu, sunt frecvente perioadele de timp de câte 20 - 30 zile lipsite complet de ploi, iar în anii foarte secetoşi intervalele fără precipitaţii se prelungesc până la 3 sau chiar 4 luni.

După cum se ştie, desfăşurarea normală a proceselor fiziologice caracteristice plantelor agricole implică folosirea unor cantităţi mari de apă, încât limitarea consumului hidric prin instalarea secetelor în anumite faze de vegetaţie se repercutează nefavorabil asupra creşterii şi dezvoltării organismului vegetal şi în final asupra nivelului recoltelor.

Înlăturarea consecințelor dăunătoare ale secetelor este posibilă prin aplicarea irigațiilor.

Irigațiile constituie ansamblul lucrărilor de îmbunătățiri funciare prin care se asigură aprovizionarea controlată cu apă a solului, în cantități suplimentare față de cele primite în mod natural prin precipitații, la nivelul cerințelor plantelor, în vederea obținerii producțiilor mari și calitativ superioare.

Folosirea rațională a irigațiilor, ca procedeu radical de luptă împotriva secetei, presupune și aplicarea celorlalte măsuri tehnice agricole: organizarea teritoriului, desecarea, prevenirea și combaterea eroziunii solului, fertilizarea, agrotehnica diferențiată, combaterea bolilor și dăunătorilor plantelor cultivate, selecționarea și folosirea celui mai valoros material biologic etc.

Pentru irigarea plantelor cultivate pe anumite suprafețe de teren este necesar să se amenajeze sisteme de irigații.

14.1 Sistemul de irigații

Sistemul de irigații reprezintă suprafața de teren amenajată cu construcții, instalații și echipamente prin care se captează debitele necesare din sursa de apă, se asigură transportul apei la suprafața de irigat, se realizează distribuția apei la plante conform graficului udărilor și se elimină surplusul de apă de pe terenul irigabil (fig. 14.1).

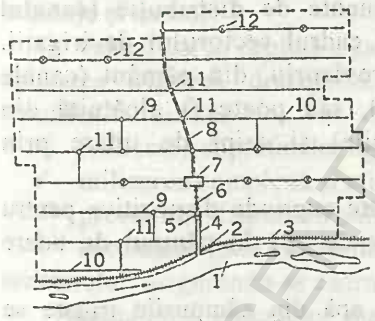


Fig. 14.1 Schema generală a unui sistem de irigații
1 - sursa de alimentare; 2 - priză gravitațională de captare; 3 - dig; 4 - canal de aducțiune; 5 - stație de pompare; 6 - conductă de refulare; 7 - bazin de refulare; 8 - canal de aducțiune pe terasă; 9 și 10 - canale distribuitoare de diferite ordine de mărime; 11 - noduri de distribuție; 12 - stații de punere sub presiune

14.1.1 Componentele sistemului de irigații

În alcătuirea unui sistem de irigații se cuprind: lucrări de captare și aducțiune a apei, lucrări de amenajare a suprafeței de irigat și lucrări anexe pentru întreținerea și exploatarea sistemului.

Lucrările de captare și de aducțiune a apei. *Lucrările de captare* sau *priza de apă* constituie ansamblul de construcții și instalații, amplasate la sursa de apă cu rolul de a prelua și a transporta până la capătul amonte al canalului de aducțiune, debitul de apă necesar sistemului de irigații. Prizele de apă pot realiza captarea pe cale gravitațională, prin ridicare mecanică (prin pompare) și mixt.

Lucrările de aducțiune asigură transportul apei de la priză la rețeaua de distribuție a sistemului.

În funcție de condițiile locale și tipul de amenajare, pentru aducțiune apei se folosesc canale, conducte și jgheaburi - care realizează transportul apei - stații de pompare pentru ridicarea apei pe traseul aducțiunii la cote superioare necesare și diferite construcții hidrotehnice (stăvilare, apeducte, sifoane, vane hidraulice, module cu mască etc) pentru controlul dirijării apei spre rețeaua de distribuție.

Lucrările de amenajare pe suprafața de irigat. Aceste elemente ale sistemului de irigații asigură, atât transportul apei de la rețeaua de aducțiune la sectoarele de irigații și în continuare până la plante, cât și evacuarea apei în exces, provenită din golirea canalelor permanente, precipitații etc. Așadar, amenajările pe suprafețele de irigat cuprind lucrări de distribuție a apei, lucrări de amenajare a sectoarelor de irigații și lucrări de desecare și evacuare a surplusului de apă.

Lucrările de distribuție a apei includ canalele, jgheaburile și conductele de diferite ordine de mărime, împreună cu construcțiile hidrotehnice și dispozitivele hidraulice aferente. Ele au rolul să preia apa din rețeaua de aducțiune și să o conducă la sectoarele de irigații. Cele mai mici elemente ale rețelei de distribuție sunt canalul distribuitor de sector și respectiv, antena (conducta de distribuție care alimentează un sector de irigații).

Lucrările de amenajare a sectorului de irigații asigură transportul apei de la ultimele elemente ale rețelei permanente de distribuție (canalul distribuitor de sector, antena) la plante. În cadrul sectorului de irigații, rețeaua de distribuție a apei este de tip provizoriu, din pământ (canale provizorii de irigații, rigole, brazde, fâșii), sau poate fi alcătuită din conducte transportabile (rigide sau flexibile) și aripi de udare prin aspersiune.

Amenajarea sectorului de irigații mai poate cuprinde dispozitive pentru conducerea, distribuția și măsurarea debitelor de apă în câmpul de udare (sifoane, panouri mobile, tuburi de udare etc).

Descărcarea și evacuarea surplusului de apă din câmpurile irigate se realizează prin intermediul unei rețele de colectare-evacuare, formată din canale terminale care deservesc preaplinurile și golirile rețelei permanente de alimentare, canale pentru eliminarea surplusului de apă provenit din precipitații și canale de coastă, care colectează apa ce se scurge spre amenajarea de irigații, de pe terenurile limitrofe.

Lucrările anexe pentru întreținerea și exploatarea sistemului de irigații cuprind:

- ✓ instalațiile și dispozitivele pentru măsurarea debitului de apă pe canale, jgheaburi și conducte;

✓ instalațiile de telecomunicație și dispecerizare (telefoane, radio emisie - recepție, instalație de semnalizare etc) pentru comunicări rapide între diferitele puncte ale sistemului;

✓ rețelele de puțuri hidrogeologice pentru urmărirea dinamicii nivelului și evoluției chimismului apei freatice;

✓ construcțiile pentru exploatarea și întreținerea sistemului de irigații (cantoane, sedii de secție, sedii de sistem);

✓ drumurile de exploatare agricolă și hidroameliorativă;

✓ rețelele electrice.

14.1.2 Clasificarea sistemelor de irigații

Cel mai important criteriu de clasificare a sistemelor de irigații are în vedere mărimea, complexitatea și gradul de tehnicitate al amenajării, în funcție de care se disting două mari categorii: sisteme mari de irigații și sisteme mici sau amenajări locale.

Sistemele mari din România sunt amplasate în câmpiile și podișurile din zonele secetoase ale țării și ocupă suprafețe de zeci de mii sau chiar sute de mii de hectare (sistemul Carasu - 187.000 ha; sistemul Ialomița-Călmățui - 143.000 ha; sistemul Sadova-Corabia - 79.000 ha; sistemul Terasa Brăilei - 72.000 ha etc).

Proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor mari de irigații se realizează în cadrul exploatărilor hidroameliorative complexe care oferă importante avantaje și anume:

✓ valorificarea deplină a capacității de producție a terenurilor agricole prin aplicarea irigației, drenajului, combaterii eroziunii solului și ameliorării solurilor salinizate;

✓ reducerea suprafețelor agricole scoase din cultură;

✓ utilizarea complexă și eficientă a apei;

✓ prevenirea degradării solului prin înmlăștinare și salinizare;

✓ corelarea între lucrările hidroameliorative și cele de organizare a teritoriului, asigurându-se cadrul de practicare a agriculturii intensive;

Amenajarea sistemelor mari de irigații este condiționată, îndeosebi, de sursa de apă, construcția punctului de priză și aducțiunea apei pe terenul irigabil. Cele mai mari sisteme de irigații din țara noastră sunt alimentate cu apă din Dunăre.

Finanțarea sistemelor mari de irigații realizate în țara noastră s-a făcut din fondul centralizat al statului, unitățile agricole suportând doar investițiile referitoare la amenajările interioare ale terenurilor pe care le dețineau.

Amenajările locale de irigații cuprind suprafețe mici de teren, în medie, câteva sute de hectare și se amplasează în imediata vecinătate a sursei încât problema aducțiunii apei se rezolvă fără dificultate. Apa pentru irigații în

cadrul amenajărilor locale poate fi asigurată din surse de suprafață în regim natural (râuri, lacuri), din iazuri formate prin bararea unor văi sau din surse subterane, prin puțuri sau foraje a căror adâncime nu depășește 50 - 60 m.

14.1.3 Studii și cercetări necesare amenajărilor pentru irigații

Elaborarea documentațiilor pentru proiectarea, executarea și exploatarea sistemelor de irigații se bazează pe studii și cercetări privind condițiile naturale și agroeconomice ale zonei de amplasament.

Caracterizarea condițiilor naturale se fundamentează pe studii climatice, topografice, hidrologice, hidrogeologice, pedologice și geotehnice.

Studiile climatice elaborate pe baza datelor înregistrate la stațiile meteorologice din zona propusă la irigare - pe o perioadă de cel puțin 15 - 20 de ani consecutivi - trebuie să cuprindă următoarele elemente:

- ✓ temperatura aerului, cu referire la mediile lunare și anuale și pe întreaga perioadă, constanta termică, indicele termic, intervalele de îngheț, adâncimea de îngheț a solului;
- ✓ precipitațiile atmosferice, cu referire la mediile lunare și anuale, medii pe perioada de vegetație, frecvența și durata intervalelor de secetă, precipitațiile lunare și decadale cu asigurarea de 80 %;
- ✓ vânturile din perioada de vegetație, cu referire la frecvență și viteză, pe direcții și pe luni;
- ✓ alte date privind radiația globală și pe luni, durata efectivă de strălucire a soarelui și umiditatea aerului în lunile din perioada de vegetație.

Studiile topografice furnizează datele de planimetrie și nivelment de pe terenurile propuse a se amenaja pentru irigații. Aceste date sunt exprimate în planuri de situație (la scări cuprinse între 1:2.000 - 1:25.000), planuri bandă pe traseele canalelor (la scările 1:2.000 - 1:10.000), planuri de detaliu (la scările 1:200 - 1:1.000) pe amplasamentele construcțiilor mai importante - prize, stații de pompare, noduri hidrotehnice, traversări ale căilor de comunicație etc - profiluri longitudinale (cu scara lungimilor egală cu scara planului de situație și scara înălțimilor 1:50 - 1:100) precum și profiluri transversale (la scara 1:100).

Studiile topografice trebuie însoțite de inventarul de coordonate pentru punctele de triangulație și reperele de nivelment, cu schițe de reperaj și descrierea topografică.

Studiile hidrologice se referă la rețeaua hidrografică din zonă și cuprind datele privind:

- ✓ debitele caracteristice (maxime, medii, minime, cu diverse asigurări de calcul, în funcție de normativele în vigoare) și frecvența lor;
- ✓ nivelurile caracteristice și frecvența acestora la asigurări de 0,1 %, 0,5 %, 1 %, 2 % și 5 % pentru niveluri maxime și 80 %, 95 %, 97 % și 99 % pentru niveluri minime;

✓ panta oglinzii apei la niveluri caracteristice, cu precizarea remuului la afluenţi;

✓ cheile limnimetrice pentru toată gama de debite în secţiunile studiate;

✓ alte elemente privind: caracteristicile undei de viitură, coeficientul de rugozitate pentru albia minoră şi majoră, regimul gheţurilor, dinamica apei în zona prizei şi a emisarilor, debitul solid la diferite asigurări etc;

✓ calitatea apei de irigaţii.

Studiile hidrogeologice cuprind:

✓ planurile cu izofreate (scara 1:25.000) având intervalele de reprezentare de 0 - 1 m; 1 - 2 m; 2 - 3 m; 3 - 5 m; 5 - 10 m; peste 10 m; când se dispune de observaţii pe o perioadă îndelungată de timp, reprezentarea se face pentru niveluri maxime şi minime;

✓ planurile cu raionarea debitelor (din 10 în 10 l/s), adâncimilor de captare şi distanţei între puţuri;

✓ regimul nivelurilor apelor subterane, în funcţie de caracteristicile surselor hidrogeologice din zonă;

✓ încercări experimentale de pompare, care să cuprindă curbele granulometrice ale materialului în care sunt cantonate apele, curbele caracteristice pentru pompări, coeficienţii de infiltraţie, debite etc;

✓ calitatea apei subterane pentru irigaţii şi sub aspectul agresivităţii asupra materialelor construcţiilor îngropate;

Studiile hidrogeologice trebuie să contribuie la rezolvarea problemelor privitoare la: identificarea sursei de apă subterană, stabilirea pierderilor de apă prin infiltraţie în terenurile irigabile, prognoza hidrogeologică a zonei, stabilirea măsurilor de prevenire a degradării solurilor prin înmlăştinare şi salinizare.

Studiile pedologice folosesc, în special, pentru alegerea metodei de udare, stabilirea tipului de amenajare şi calculul elementelor regimului de irigare. Ele cuprind:

✓ cartograma solurilor (la scările cuprinse între 1:200.000 - 1:10.000, în funcţie de suprafaţă şi folosinţe) cu gruparea pedoameliorativă şi caracterizarea texturii pentru diferite adâncimi;

✓ indicii hidrofizici (valori medii ponderate pe adâncimile 0-0,5 m; 0,5-1,0 m şi 1,0 - 1,5 m);

✓ caracterizarea chimică a grupelor de soluri delimitate în cartograma solurilor.

Studiile pedologice trebuie să cuprindă şi informaţii referitoare la regimul hidrosalin al solurilor (adâncimea critică de salinizare), fertilitatea naturală şi necesarul de îngrăşăminte, prognoza evoluţiei proprietăţilor solului după aplicarea irigaţiei şi măsurile hidroameliorative speciale.

Studiile geotehnice contribuie la stabilirea elementelor dimensionale ale construcţiilor din pământ (canale, bazine, gropi de împrumut etc) şi la

BCU "LUCIAN BLAGA" UNIVERSITY LIBRARY

cunoaşterea condiţiilor de fundare a staţiilor de pompare şi a construcţiilor hidrotehnice de pe reţeaua de canale.

Pentru obţinerea datelor geotehnice se execută cartări de suprafaţă precum şi studii de amănunt pe trasee sau amplasamente speciale, prin: foraje de prospectare, puţuri, tranşee deschise etc, elaborându-se planuri cu cartarea geotehnică (scara 1:25.000), profiluri geotehnice pe traseele canalelor ş. a.

Studiile geotehnice trebuie să furnizeze şi datele referitoare la pantele taluzurilor, necesitatea consolidării taluzurilor, tasarea probabilă în ramblee, fundarea construcţiilor, deformaţiile posibile în pământurile macroporice, tehnologia de aplicat la excavarea terenurilor refulante.

Studiile agroeconomice cuprind datele referitoare la suprafaţa de teren irigabil înainte de ameliorare şi anume: cadrul economico-administrativ, categoriile de folosinţă ale terenului, suprafeţele cultivate şi structura culturilor, producţiile obţinute, calamităţile provocate de secetă, populaţia activă disponibilă, cheltuielile anuale de producţie, producţia animală, dotarea cu mijloace de producţie etc.

De asemenea, studiile agroeconomice trebuie să permită prognoze privind structura categoriilor de folosinţă a terenurilor, structura plantelor cultivate, producţiile medii preliminate, cheltuielile de producţie etc, în condiţiile create prin aplicarea irigaţiilor.

Studiile şi cercetările speciale sunt necesare adesea pentru elaborarea documentaţiilor tehnice privind amenajarea sistemelor mari de irigaţii şi se referă la încadrarea sistemului de irigaţii în programul general de gospodărire a apelor, corelarea cu studiile de organizarea teritoriului precum şi cu lucrările de desecare şi de combatere a eroziunii solului, experimentarea pe modele hidraulice a unor construcţii mai importante etc.

14.2 Surse de apă şi calitatea apei de irigaţii

Amenajarea sistemelor de irigaţii este condiţionată de apa care trebuie să completeze umiditatea solului în raport cu cerinţele plantelor, considerată atât sub aspect cantitativ cât şi în ce priveşte însuşirile sale chimice şi biologice.

14.2.1 Surse de apă pentru irigaţii

Sistemele de irigaţii pot avea ca sursă apele de suprafaţă (apele curgătoare, lacurile naturale şi bazinele de acumulare), apele subterane şi apele uzate.

Apele de suprafaţă sunt convenabile pentru irigaţii deoarece se găsesc în cea mai mare cantitate, se pot folosi cu investiţii relativ mici şi în general, corespund din punct de vedere calitativ.

Cursurile naturale de apă constituie principala sursă pentru irigaţii. Când debitele acestora (cu asigurarea de 80 - 90 %) nu pot satisface cerinţa de apă

pentru irigații în perioada cu consumul maxim, se recurge la regularizarea debitelor prin lacuri de acumulare. Regularizarea prin lacuri de acumulare determină majorarea costului sursei de apă însă, permite pe lângă extinderea suprafețelor amenajate pentru irigații - comparativ cu posibilitățile existente în cazul curgerii în regim natural - dezvoltarea și a altor moduri de folosire a apei.

În România, cele mai importante sisteme de irigații au drept sursă de apă fluviul Dunărea, afluenții acesteia și râurile interioare mari. De asemenea, suprafețe însemnate se irigă cu apă din lacurile de acumulare executate în ultimele decenii.

Apa subterană constituie, pentru condițiile din țara noastră, sursă de apă pentru irigații în unele amenajări locale. În majoritatea cazurilor, apele subterane de pe teritoriul României corespund sub aspect calitativ, încât permit extinderea folosirii acestora ca sursă de apă pentru irigații.

Apa uzată reprezintă apa evacuată din centrele populate prin rețeaua de canalizare, apa evacuată de întreprinderile industriale, de complexele zootehnice etc. Deoarece aceste ape conțin, de regulă, cantități mari de substanțe nocive este necesară epurarea lor înainte de a fi deversate în emisari sau de a fi folosite la irigații.

14.2.2 Calitatea apei pentru irigații

Indiferent de proveniență, apa de irigație trebuie să aibă însușiri fizico-chimice care, analizate în raport cu caracteristicile factorilor naturali și social economici în cadrul cărora se realizează irigația, să permită folosirea ei.

Necesitatea luării în considerare a însușirilor fizice și chimice ale apei de irigație rezultă din influența directă pe care apa distribuită o exercită asupra plantelor, solului și mediului, în general.

Sintetizând rezultatele experiențelor efectuate până în prezent, se consideră că principalii parametri care definesc calitatea apei de irigație sunt: gradul de mineralizare și alcalinitatea, compoziția calitativă a sărurilor dizolvate, prezența și concentrația ionilor foarte nocivi pentru plante, gradul de toleranță a plantelor la salinitatea și alcalinitatea apei, proprietățile solului irigat (în special salinitatea, textura, permeabilitatea și capacitatea de schimb cationic), condițiile de drenaj, ariditatea climatului, metoda de udare și regimul de irigații aplicate, nivelul de fertilizare cu îngrășăminte organice ș. a. Dintre elementele enumerate, cele care pot fi influențate mai puțin prin activitatea antropică sunt cele care se referă la toleranța plantelor la salinitate și alcalinitate precum și la natura solului. În consecință, este necesară cunoașterea influenței apei de irigații asupra plantelor cultivate și solurilor irigate.

Influența apei de irigații asupra plantelor este favorabilă când conține elemente nutritive și este distribuită în cantități corespunzătoare. Dacă gradul

de mineralizare a apei, conținutul în elemente nocive sau reacția acesteia depășesc anumite limite, atunci plantele suferă sau pier.

Cantitatea mare de săruri solubile în apa de irigații favorizează concentrarea soluției solului, determină creșterea forței de sucțiune și prin aceasta, reducerea cantității de apă accesibilă plantelor. Literatura de specialitate citează faptul că forța de sucțiune într-un sol nesalin cu umiditatea de 18,3 % a fost de 2 atm, pentru ca la un sol cu conținutul de 0,55 % săruri solubile și umiditatea de 18,6 % sucțiunea să crească până la 18 atm iar în cazul unui sol cu 1,13 % săruri solubile și 19,6 % umiditate, sucțiunea să atingă 30 atm (*Pleșa I.* și *Cîmpeanu S.*, 2001).

Se consideră că la concentrația soluției solului de 0,4 %, plantele încep să sufere iar la concentrații de peste 1,0 - 1,5 % recoltele pot fi compromise. Toxicitatea sărurilor solubile asupra plantelor are ca efect deranjarea regimului hidric al plantelor, perturbarea nutriției minerale și fotosintezei și degradarea metabolismului vegetal. Față de toxicitatea sulfaților de sodiu și magneziu, toxicitatea clorurilor de sodiu și magneziu este de 2 - 3 ori mai mare iar cea a carbonatului de sodiu de 4 - 5 ori mai mare.

Toleranța la salinitate variază de la o plantă la alta și chiar la aceeași plantă apar diferențieri pe faze de vegetație (*Bucur N.* și colab., 1956, 1963; *Teșu C.* și colab., 1978). Rezultatele cercetărilor au permis gruparea plantelor de cultură după toleranța la salinitate în trei categorii:

- ✓ sensibile (fasolea, mazărea, cartoful, varza, pomii fructiferi ș. a.);
- ✓ semitolerante (porumbul, sorgul, floarea-soarelui, lucerna, inul, tomatele, ardeii, ceapa ș. a.);
- ✓ tolerante (sfecla pentru zahăr, orzul, orezul, tutunul, bumbacul, iarba de Sudan, bumbacul, rapița, spanacul ș. a.).

Influența apei de irigații asupra solului. Apa de irigații acționează asupra însușirilor fizice și chimice ale solurilor de pe terenurile irigate. Modificarea însușirilor fizice și hidrofizice ale solului se exprimă prin degradarea structurii și reducerea stabilității structurale, tasarea solului și formarea crustei, micșorarea capacității pentru apă și înrăutățirea drenajului.

Apa de irigații imprimă solului însușiri negative, cu atât mai intens cu cât gradele de salinitate și de alcalinitate ale apei sunt mai mari. Înrăutățirea însușirilor fizice este, în bună parte, determinată de efectele chimice ale sărurilor acumulate în sol din apa de irigații.

Dintre efectele chimice ale mineralizării apei de irigații, două sunt mai importante și anume: salinizarea și alcalizarea solurilor. În general, solurile irigate cu ape mineralizate se îmbogățesc în săruri iar apele de irigații dulci se salinizează dacă circulă pe canale construite din pământ bogat în săruri solubile.

Acumularea în sol a sărurilor conținute în apa de irigații depinde de calitatea și cantitatea acestor săruri precum și de însușirile solului irigat. Pe

măsură ce se concentrează şi se acumulează în soluţia solului, sărurile cu solubilitatea scăzută precipită în ordinea: carbonat de calciu, carbonat de magneziu şi sulfat de calciu. De aceea, aceste săruri nu trebuie incluse în estimarea salinizării potenţiale a solului. Numai sărurile uşor solubile determină salinitatea efectivă a apei de irigaţii şi indică dezvoltarea potenţială salinizării solului irigat.

Precipitarea sărurilor de calciu amintite are loc chiar dacă solul nu conţine calciu solubil, prin scoaterea acestuia din complexul adsorbtiv şi înlocuirea lui cu sodiu. În consecinţă, în cazul apelor slab mineralizate, dar care au o salinitate efectivă oarecare (obţinută prin diferenţă între salinitatea totală şi cea provocată de bicarbonaţi), efectul principal al apei de irigaţii este alcalizarea solului prin creşterea conţinutului de sodiu schimbabil în complexul adsorbtiv.

S-a constatat că apa de irigaţii salinizată produce, fie numai salinizarea solului, fie atât salinizarea cât şi alcalizarea lui, după cum concentraţia acesteia în sodiu este mai mică sau mai mare. Apa puternic bicarbonatată, conţinând o cantitate apreciabilă de sodiu, provoacă precipitarea în sol a carbonatului de calciu şi creşterea corespunzătoare a sodiului schimbabil în complexul adsorbtiv, menţinând concentraţia totală a soluţiei solului relativ scăzută.

Apa de irigaţii provenită din surse poluate poate exercita influenţă negativă asupra omului şi mediului ambiant, mai ales când nu au fost luate măsuri de epurare prealabile. Influenţa se poate manifesta direct asupra oamenilor care lucrează în câmpurile irigate şi indirect asupra celor care consumă produsele agricole irigate cu ape uzate. Pentru primul caz, introducerea automatizării udărilor poate contribui la prevenirea efectelor negative iar în al doilea caz, este necesar să nu se irige cu ape uzate neepurate plantele de cultură ale căror recolte se consumă în stare proaspătă, nepreparate.

Aprecierea calităţii apei de irigaţii. Datorită efectelor multiple şi variate pe care apa de irigaţii le are asupra plantei, solului şi mediului ambiant, alegerea şi folosirea acesteia trebuie făcută cu precauţie.

O apreciere orientativă a calităţii apei de irigaţii se poate face considerându-se natura sursei. Astfel, apă bună pentru irigaţii este cea provenită din majoritatea râurilor cu turbiditatea mică, reziduul mineral redus şi nepoluate, din lacurile de acumulare cu folosinţă multiplă şi din puţurile cu apă potabilă. Apa care se scurge de pe terenurile ameliorate şi din unele izvoare este calitativ mediocră pentru irigaţii iar cea provenită din zonele mlăştinoase, turbării, unele râuri care se alimentează sau spală terenuri salifere (Călmăţui, Slănic, Drâncea, Deznăţui ş. a.) precum şi apa neepurată de la unele industrii (textilă, chimică, metalurgică etc) sunt, în general, necorespunzătoare pentru irigaţii.

Un alt criteriu de apreciere preliminară a calității apei de irigații îl constituie flora și/sau fauna acvatică. Apa în care cresc *Lemna minor*, *Veronica aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Nasturtium officinale* ș. a. este corespunzătoare pentru irigații. Prezența unor plante din genurile *Juncus*, *Carex*, *Scirpus*, *Cicuta*, etc indică o apă improprie folosirii la irigații. De asemenea, prezența faunei acvatice de apă dulce evidențiază posibilitatea folosirii la irigații a apei din sursa considerată.

Aprecierea mai riguroasă a apei de irigații se face pe baza prelucrării și interpretării datelor de analiză privind însușirile fizico-chimice ale apei.

Probele de apă pentru analiză se prelevează în recipiente de 1 - 2 l, în amonte de punctul de priză, la o oarecare adâncime sub nivelul liber al apei și în diferite perioade ale anului. Este util să se preleveze probe de apă în intervalele din sezonul de vegetație când debitul sursei este cel mai mic, întrucât acestea coincid cu cel mai mare consum de apă prin irigații.

La probele de apă se determină, cel puțin, următoarele caracteristici: temperatura, culoarea, turbiditatea pH^{ul}, reziduul mineral fix și principalii ioni (Cl^-, SO_4^{--}, CO_3H^-, CO_3^{--}, Ca^{++}, Mg^{++}, K^+, Na^+).

Însușirile fizice cu cea mai mare importanță în aprecierea calității apei de irigații sunt temperatura și turbiditatea.

Temperatura apei de irigații trebuie să fie mai mare de 10 - 12 °C, la valori apropiate de temperatura de vegetație a plantelor. Această însușire conferă apei de irigații calitatea de termoregulator al solului, încălzind pământul rece și răcorindu-l pe timpul arșițelor din vară.

Turbiditatea apei - exprimată prin conținutul de aluviuni (g/l) purtate în suspensie - poate contribui la colmatarea canalelor, a bazinelor, înfundarea ajutajelor aspersoarelor etc și, de asemenea, poate produce modificarea însușirilor fizice și chimice ale solurilor irigate. Aluviunile fine (cu diametrul mai mic de 0,5 mm) sunt bogate în elemente fertilizante, îmbogățind solul cu substanțe nutritive. Pe terenurile mijlocii și grele, aluviunile fine reduc porozitatea solului și contribuie la formarea crustei.

Dirijarea aluviunilor pentru fertilizarea terenurilor irigate este o problemă complexă, strâns legată de regimul aluviunilor din sursă, de cunoașterea categoriilor de particule folositoare sau dăunătoare solului - în raport cu însușirile acestuia - de modalitatea de aducțiune a apei, metoda de udare etc.

Însușirile chimice ale apei prezintă cea mai mare importanță pentru folosirea acesteia la irigații.

Reacția apei de irigații, exprimată în valori pH, trebuie să fie cuprinsă între 6,0 și 8,5. Dacă apa are reacția în afara intervalului valorilor pH menționate, se impun măsuri speciale în vederea folosirii acesteia la irigații.

Dezvoltarea irigațiilor în ultima jumătate de secol a stimulat perfecționarea metodologiei de apreciere a calității apei de irigații și în consecință, s-au propus numeroși indici* care, independent sau în diverse combinații, să asigure rezolvarea problemei.

---

* Primul indice pentru aprecierea calității apei de irigații a fost propus în anul 1934 de *Asghar* și colab., fiind denumit *indicele de sare* ($I_s = (Na_{total} - 24,5) - (Ca_{total} - Ca_{in\ CaCO_3})\,4,85$). Indicele de sare, calculat în funcție de conținutul total de sodiu și calciu din apa de irigație și de conținutul de calciu - sub formă de carbonat de calciu - existent în solul irigat, se exprimă în p.p./100.000. Pentru apa bună de irigație indicele de sare are valori negative iar pentru cea necorespunzătoare, valori pozitive.

În 1940, *Kelley* și colab. au propus pentru aprecierea calității apei de irigații, raportul $\frac{Na}{Ca + Mg}$, cationii fiind exprimați în miliechivalenți la litru ($me/l = \frac{1.000 \cdot g/l}{e}$). Pentru valori supraunitare ale raportului, apa se consideră necorespunzătoare întrucât provoacă acumularea în sol a sodiului.

Wilcox (citat de *Asghar*, 1961) a propus în 1948 aprecierea calității apei de irigație după valorile conductanței electrice (*CE*) și procentul de sodiu din apă. Conductanța electrică reprezintă reciproca rezistenței electrice și se exprimă în (*mho*), adică ohmi inverși ($CE = 1\,mho/cm = 1/ohm$). În practică se folosesc a milioana parte din conductanța electrică ($micromho/cm = 10^{-6} \cdot CE$) sau a mia parte din conductanța electrică ($milimho/cm = 10^{-3} \cdot CE$) la temperatura apei de 25°C.

Procentul sodiului se calculează cu relația ($Na\% = 100 \cdot Na/(Ca + Mg)$).

Un alt indice de apreciere a calității apei de irigații a fost stabilit în 1949 de către *Priklonski* și *Laptev*. Autorii au propus un coeficient de apreciere a calității apei de irigație (*c*), calculat în funcție de conținutul de sodiu și anionii de Cl^- și SO_4^{--} din apă (ionii fiind exprimați în me/l). Coeficientul de irigație (*c*) se calculează cu relațiile:

$c = 288/5 \cdot Cl^-$ pentru $Na^+ < Cl^-$;

$c = 288/Na^+ + 4 \cdot Cl^-$ pentru $Na^+ > Cl^-$ dar $Na^+ < (Cl^- + SO_4^{--})$;

$c = 288/10 \cdot Na^+ - 5 \cdot Cl^- - 9 \cdot SO_4^{--}$ pentru $Na^+ > (Cl^- + SO_4^{--})$.

Valorile mici ale coeficientului de irigații (*c*) caracterizează apa de irigații ca fiind necorespunzătoare.

În anul 1950, *Eaton* a găsit că indicele *C.S.R.* (carbonatul de sodiu rezidual) poate evidenția efectul asupra solului al excesului anionilor (HCO_3^-) și (CO_3^{--}) față de suma cationilor ($Ca^{++} + Mg^{++}$) din apa de irigații, ionii fiind exprimați în me/l.

$C.S.R. = (HCO_3^- + CO_3^{--}) - (Ca^{++} + Mg^{++})$

S-a dovedit că există o corelație strânsă între carbonatul de sodiu rezidual din apă și procentul de sodiu adsorbit din sol, constatându-se că 2,3 me/l C.S.R. din apa de irigație determină creșterea procentului de sodiu adsorbit în sol până la 15%, provocând solonețizarea acestuia.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Clasificarea apei de irigaţii după calitate. În ierarhizarea apei de irigaţii după calitate se deosebesc trei categorii principale de clasificări:

- ✓ în funcţie de raportul cantitativ dintre ionii existenţi în apa de irigaţii;
- ✓ bazate pe folosirea unuia sau mai multor indici limită;
- ✓ cu luarea în considerare a mai multor indici de calitate.

Cea mai mare importanţă practică o au clasificările care se bazează pe mai mulţi indici, deoarece permit diferenţierea mai multor intervale de calitate a apei şi permit precizarea condiţiilor de folosire a apei pentru fiecare interval de calitate.

Astfel, clasificarea după valoarea coeficientului de irigaţii (*c*) stabilit de Priklonski şi Laptev, ţinând seama pe de o parte, atât de conţinutul de anioni cât şi de conţinutul de sodiu al apei, iar pe de altă parte, de alcalinitatea şi raportul cantitativ dintre constituenţii calitativi ai apei respective, distinge patru clase de calitate pentru apa de irigaţii: bună, satisfăcătoare, nesatisfăcătoare şi rea (tab. 14.1).

Cercetătorii americani consideră că aprecierea calităţii apei de irigaţii trebuie făcută pe baza a patru indici principali: electroconductanţa, S.A.R., C.S.R. şi conţinutul în bor al apei (*Richards A.*, 1954). În consecinţă, au stabilit pentru aprecierea apei de irigaţii 16 clase de calitate, folosind 4 limite de salinitate şi 4 limite de alcalizare (fig. 14.2).

Limitele de salinizare folosite în clasificarea lui *Richards* au fost stabilite în funcţie de valorile electroconductibilităţii apei, exprimate în micromho/cm, la 25 °C (tab. 14.2).

Limitele de alcalizare, din aceeaşi clasificare (tab. 14.3), au fost stabilite pe baza raportului de adsorbţie a sodiului (*S.A.R.*).

Laboratorul de salinitate din Riverside (California) a introdus în literatura de specialitate (1954) indicele numit *raportul de adsorbţie al sodiului - S.A.R.* (*sodium adsorbtion ratio*)-

$$S.A.R. = \frac{Na^{+}}{\sqrt{(Ca^{++} + Mg^{++})/2}}$$ (ionii sunt exprimaţi în me/l). Cu cât valorile acestui indice sunt mai mici, cu atât calitatea apei de irigaţii este mai bună.

În Ungaria, *Arany* (1956, 1959) şi *Filep* (1958) au propus pentru aprecierea calităţii apei de irigaţii indicii:

✓ *conţinutul total de săruri în apă*, exprimat în mg/l (*reziduul total*);

✓ indicele (*SZ*) denumit *echivalentul sodei*, care reprezintă, de fapt, indicele (*C.S.R.*), introdus de *Eaton* în 1950;

✓ indicele $(Q_v\,\% = 100 \cdot Na^{+} / (Ca^{++} + Mg^{++} + K^{+} + Na^{+}))$, denumit *coeficientul de alcalizare*;

✓ indicele $(M_v\,\% = 100 \cdot Mg^{++} / (Ca^{++} + Mg^{++}))$, denumit *raportul magneziului*;

✓ indicele $(C_v\,\% = 100 \cdot Cl^{-} / (HCO_3^{-} + CO_3^{--} + Cl^{-} + SO_4^{--}))$, denumit *indicele clorului*.

BCU IASI CENTRAL LIBRARY

Tabelul 14.1

Clasificarea apelor de irigaţii după coeficientul (*c*) stabilit de *Priklonski* şi *Laptev* (1949)

Valoarea coeficientului de irigaţii (*c*)	Clasa de calitate a apei	Condiţiile de folosire a apei de irigaţii
> 18	bună	fără măsuri speciale
18 - 6	satisfăcătoare	cu măsuri împotriva acumulării sărurilor în sol, exceptând solurile cu textura grosieră şi drenajul natural bun
5,9 - 1,2	nesatisfăcătoare	aproape întotdeauna este necesar drenajul artificial
< 1,2	rea	apa nu este bună pentru irigaţii

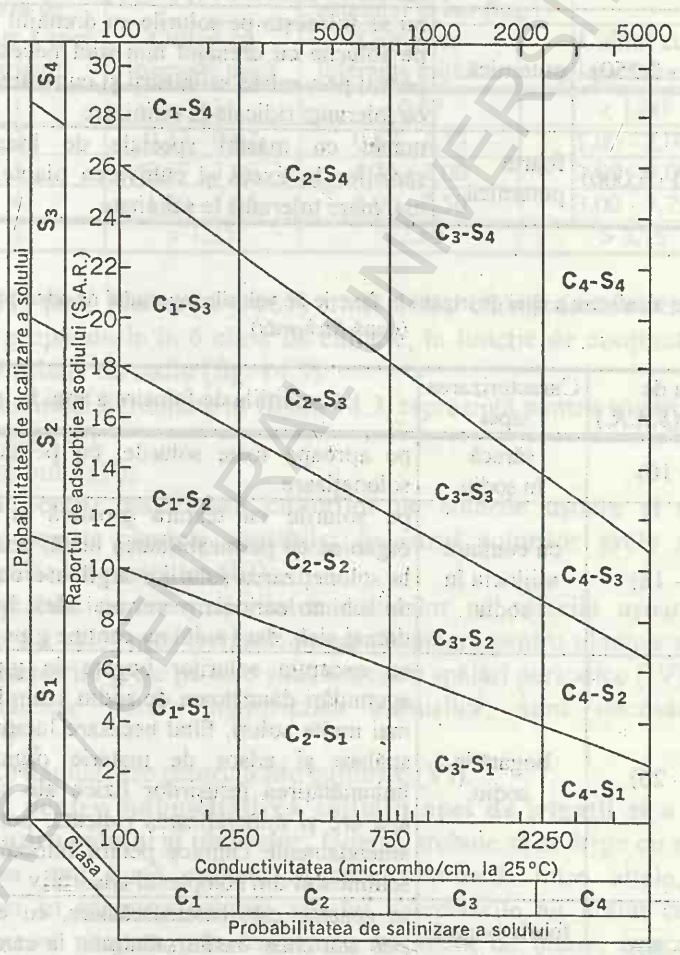


Fig. 14.2 Diagramă pentru clasificarea apei de irigaţii (după *Richards*, 1954)

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 14.2

Limitele de salinitate a apei de irigaţii în funcţie de valorile electroconductibilităţii, în micromho/cm la 25 °C (după *Richards*)

Limita de salinitate	Minerali-zarea apei	Condiţiile de folosire a apei la irigaţii
C_1 (0 - 250)	slabă	pentru majoritatea culturilor şi pe cele mai multe soluri, cu puţine perspective ca solurile să se salinizeze; pe solurile cu permeabilitatea extrem de redusă, poate fi necesară spălarea
C_2 (250 - 750)	moderată	pentru toate plantele care se cultivă pe soluri cu textura mijlocie; pe solurile cu permeabilitatea redusă este necesară spălarea periodică a sărurilor
C_3 (750 - 2.250)	puternică	nu se foloseşte pe solurile cu drenajul slab; chiar pe solurile cu drenajul bun sunt necesare măsuri pentru prevenirea salinizării şi cultivarea plantelor cu toleranţă ridicată la salinizare
C_4 (2.250 - 5.000)	foarte puternică	numai cu măsuri speciale de îndepărtare a sărurilor în exces şi cultivarea plantelor cu cea mai mare toleranţă la salinitate

Tabelul 14.3

Limitele de alcalizare a apei de irigaţii în funcţie de valorile raportului de adsorbţie a sodiului (după *Richards*)

Limita de alcalizare (*S.A.R.*)	Caracterizarea apei	Condiţiile de folosire a apei la irigaţii
S_1 (0 - 10)	săracă în sodiu	pe aproape toate solurile, cu pericol redus de soloneţizare
S_2 (10 - 18)	cu conţinut mijlociu în sodiu	pe solurile cu textura grosieră şi pe solurile organice cu permeabilitatea bună; poate contribui la soloneţizarea solurilor argiloase cu capacitatea de schimb cationic mare, mai ales, în condiţii de drenaj slab, dacă solul nu conţine gips
S_3 (18 - 26)	bogată în sodiu	cu excepţia solurilor bogate în gips, produce acumulări dăunătoare de sodiu schimbabil în cele mai multe soluri, fiind necesare lucrări de drenaj, spălare şi adaos de materie organică pentru îmbunătăţirea însuşirilor fizice ale solului; dacă apa are şi mineralizarea ridicată, pot fi necesare amendamente chimice pentru înlocuirea sodiului schimbabil din complexul adsorbtiv
S_4 (26 - 30)	foarte bogată în sodiu	în general, este nesatisfăcătoare, cu excepţia apei slab sau chiar mediu salinizate, la care adaosul de amendamente poate avea efect pozitiv asupra solului

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Laboratorul de salinitate din Riverside - California, consideră că aprecierea calității apei de irigații trebuie făcută și în funcție de indicele (*C.S.R.*) precum și după conținutul în bor. Astfel, se apreciază ca apă bună de irigații aceea la care indicele *C.S.R.* < *1,25*, apă moderat de bună, dacă *1,25* < *C.S.R.* < *2,5*, și apă rea pentru irigații, dacă *C.S.R.* > *2,5*.

După conținutul de bor, tolerat de plante, apa de irigații a fost grupată în 5 clase de calitate (tab. 14.4).

Tabelul 14.4

Calitatea apei de irigații în funcție de conținutul de bor tolerat de plantele cultivate (după *Richards*)

Clasa de calitate a apei de irigații	Conținutul în bor (mg/l)		
	Culturi cu toleranța mică	Culturi cu toleranța mijlocie	Culturi cu toleranța mare
1	< 0,33	< 0,67	< 1,00
2	0,33 - 0,67	0,67 - 1,33	1,00 - 2,00
3	0,67 - 1,00	1,33 - 2,00	2,00 - 3,00
4	1,00 - 1,25	2,00 - 2,50	3,00 - 3,75
5	> 1,25	> 2,50	> 3,75

La noi în țară, *Florea N.* (1961) a întocmit o clasificare sintetică a apelor de irigații, grupându-le în 6 clase de calitate, în funcție de conținutul total de săruri și cel relativ de sodiu (fig. 14.3).

Clasele de calitate, delimitate în figura 14.3, reprezintă pentru irigații, apă:

- ✓ excelentă (I);
- ✓ foarte bună (II);
- ✓ bună pentru majoritatea culturilor pe solurile ușoare și mijlocii și acceptabilă pentru plantele sensibile; în cazul solurilor grele se impune aplicarea spălărilor periodice (III);
- ✓ acceptabilă pentru majoritatea culturilor pe solurile ușoare, a celor carbonatice și a celor ușor levigate; nesatisfăcătoare pentru plantele sensibile la săruri, pe terenurile grele pe care sunt necesare spălări periodice (IV);
- ✓ dăunătoare pentru majoritatea culturilor; sunt necesare spălări frecvente (V);
- ✓ foarte dăunătoare pentru toate culturile (VI).

Mijloace pentru îmbunătățirea calității apei de irigații și a influenței acesteia asupra solului și plantelor. Uneori, trebuie să se irige cu apă care nu este de cea mai bună calitate și care provoacă, între altele, creșterea concentrației în săruri a soluției solului. Cercetările au arătat că se poate compensa acest neajuns prin majorarea normelor de udare, concomitent cu asigurarea unui drenaj corespunzător.

Cantitatea suplimentară de apă (%) peste mărimea obişnuită a normei de udare, care trebuie să percoleze zona stratului activ de sol pentru a menține salinitatea acestuia sub o anumită concentrație, tolerată de plantele cultivate, reprezintă cerința sau rația de spălare (R_s).

$$R_s\,\% = 100\frac{CE_{ai}}{CE_{ad} - CE_{ai}} = 100\frac{C_{si}}{C_{sd} - C_{si}} \qquad (14.1)$$

în care:

CE_{ai} este conductanța electrică a apei de irigații;
CE_{ad} - este conductanța electrică a apei drenate;
C_{si} - concentrația în săruri a apei de irigații;
C_{sd} - concentrația în săruri a apei drenate.

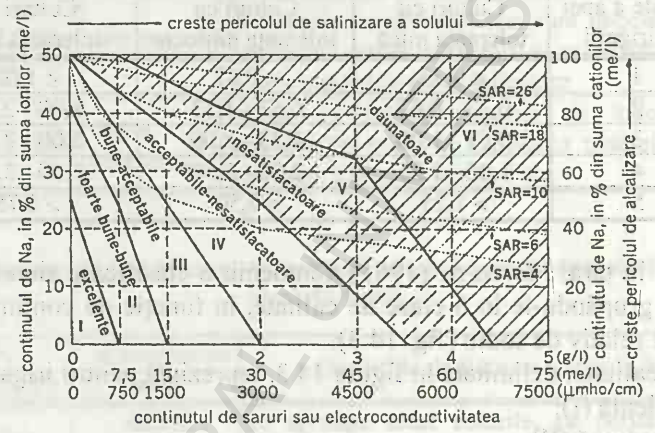


Fig. 14.3 Grafic pentru aprecierea calității apei de irigații (după *Florea N.*)

Calitatea apei de irigații poate fi îmbunătățită şi prin diluarea acesteia cu volume corespunzătoare de apă foarte bună pentru irigații.

Folosirea apei uzate pentru irigații implică - în majoritatea cazurilor - aplicarea unor măsuri speciale de epurare (tab. 14.5).

Prin epurare se înțelege ansamblul de lucrări şi procedee folosite pentru reducerea indicatorilor de încărcare a apei uzate încât aceasta să nu modifice calitatea emisarului peste anumite limite. Epurarea apelor uzate se realizează în trei trepte, fiecăreia dintre ele fiindu-i caracteristice metode, mijloace şi instalații specifice.

Apa uzată care urmează să fie folosită la irigații este supusă, în general, epurării primare şi secundare. În unele cazuri, în funcție de sursa de poluare şi gradul de încărcare, apa uzată poate fi folosită la irigații după prima treaptă de epurare, sau chiar numai după epurarea mecanică, irigația fiind în această situație un mijloc de epurare.

Tabelul 14.5

Metode şi procedee pentru epurarea apelor uzate

Treapta de epurare	Metoda de epurare	Mijloace şi instalaţii folosite la epurare
primară	mecanică	grătare şi site, denisipatoare, separatoare de grăsimi
	chimică	instalaţii de amestec a reactivilor cu apa uzată, bazine de reacţie între reactivi şi apa uzată, instalaţii de neutralizare (corectarea ph^{ului}), instalaţii de dezinfecţie
secundară	biologică în condiţii apropiate de cele naturale	câmpuri de irigaţii, câmpuri de infiltraţie, iazuri biologice, şanţuri de oxidare
	biologică în condiţii create artificial	biofiltre obişnuite, aerofiltre, bazine cu nămol activ
terţiară (avansată)	fizică	micrositare, filtre de nisip, paturi de nisip
	fizico-chimică	adsorbţia, spumarea electrodializa, distilarea, îngheţarea, extracţia cu solvenţi, oxidarea chimică, schimbul ionic, coagularea chimică
	biologică	irigaţia, defosforizarea, denitrificarea, dezinfecţia

14.3 Prize de apă pentru irigaţii

Priza de apă reprezintă ansamblul de construcţii şi instalaţii frontale ale sistemului de irigaţii, prin care se asigură captarea şi trecerea apei din sursă în canalul principal de aducţiune (canalul magistral).

După modul cum se realizează trecerea apei din sursă în canalul de aducţiune, priza de apă a sistemului de irigaţii poate fi: gravitaţională, cu ridicarea mecanică a apei (obişnuit prin pompare) şi mixtă.

Proiectarea şi executarea prizelor de apă pentru irigaţii implică studii tehnico-economice minuţioase, întrucât această componentă a sistemului de irigaţii influenţează direct atât investiţia specifică de amenajare cât şi volumul cheltuielilor de exploatare.

În funcţie de natura sursei, priza de apă a sistemului de irigaţii poate fi amplasată pe râu, la un lac de acumulare, precum şi în locuri potrivite pentru captarea apei subterane. Indiferent de sursă, priza de apă a sistemului de irigaţii trebuie să satisfacă următoarele cerinţe generale:

- ✓ să asigure livrarea apei conform graficului de exploatare a sistemului de irigaţii;
- ✓ să fie rezistentă, uşor de exploatat şi de întreţinut;

✓ să funcţioneze corespunzător pe întreg intervalul de variaţie a nivelului apei din sursă;

✓ să nu permită pătrunderea în sistemul de irigaţii a flotanţilor şi aluviunilor cu diametrul mai mare de 0,15 mm.

Cele mai multe sisteme de irigaţii din ţara noastră au priza de apă amplasată la râu. Locul de amplasament al unei prize de râu se alege avându-se în vedere următoarele condiţii:

✓ traseul albiei minore a râului să fie stabil pe o zonă de cel puţin 2 - 3 curbe în amonte şi 1 - 2 curbe în aval de amplasament;

✓ priza să se amplaseze pe malul concav a râului, în sectorul care îndeplineşte condiţiile din figura 14.4;

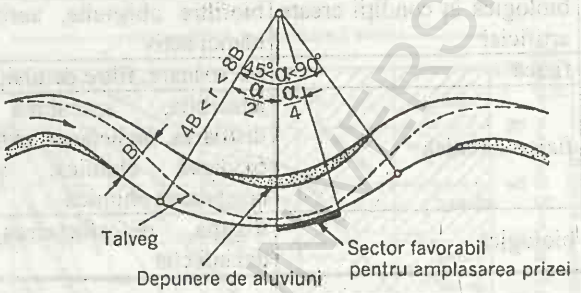


Fig. 14.4 Amplasarea prizei de apă în malul concav al râului

✓ profilul longitudinal al râului în zona de amplasament a prizei să prezinte stabilitate şi în plan vertical, pentru evitarea cavitaţiei* la aspiraţie şi afuirea** fundului, fenomene care determină diminuarea debitelor captate;

✓ malul râului să fie înalt, pentru a nu fi inundat la ape mari sau, dacă acest lucru nu este posibil, să se prevadă lucrări speciale de protejare a prizei împotriva inundaţiilor;

✓ locul de amplasare a prizei să prezinte condiţii geotehnice bune, să nu fie situat în apropierea confluenţelor, în vecinătatea conurilor de dejecţie ale torentelor sau în sectoarele de formare a zăpoarelor în timpul iernii;

---

* Cavitaţia este fenomenul de apariţie în curentul de lichid a unor zone de subpresiune, a cărei valoare poate fi mai mică decât a tensiunii vaporilor de lichid. Ca urmare, suprafeţele pereţilor de ghidaj ai pompelor sunt bombardate cu particule de lichid care se ciocnesc între ele dezvoltând presiuni foarte mari. Cavitaţia, însoţită de zgomote puternice şi trepidaţii, produce coroziunea rotoarelor şi carcaselor, reduce înălţimea de pompare, debitul şi randamentul pompelor. Fenomenul se previne prin centrarea corectă a rotorului pompei faţă de nivelul minim al apei şi prin respectarea înălţimii admisibile de aspiraţie.

** Afuirea reprezintă acţiunea de degradare a albiei unui râu sau a terenului în jurul unei fundaţii datorită eroziunii prin apă.

✓ elementele de captare (praguri, camere de acces a apei în cuve) să fie amplasate la adâncimea care să evite colmatarea lor în perioadele de viitură.

De cele mai multe ori, pentru optimizarea funcționării prizelor trebuie să se execute în zonele de amplasare a acestora, lucrări de regularizare a albiei (consolidarea malurilor, stabilizarea traseului râului, diguri de dirijare a apei, traverse de închidere sau de colmatare a albiei etc).

14.3.1 Prizele de apă gravitaționale

Priza gravitațională este o deschidere în malul râului prin care se asigură captarea apei și alimentarea canalului de aducțiune, datorită diferenței de nivel, fără a fi necesare instalații de ridicare a apei.

În general, prizele gravitaționale cuprind construcții de captare, de retenție, de spălare, de oprire a aluviunilor și lucrări de regularizare.

Construcțiile de captare constau din unul sau mai multe canale de acces al apei, având pragul la intrare la o cotă superioară fundului râului. Canalele de acces sunt prevăzute, în unele cazuri, cu stăvilar regulator retras sau în mal iar în alte cazuri funcționează fără regulator de debit.

Construcțiile de retenție, de forma unor praguri de tip deversor sau cu stavile combinate cu baraj din pământ, au rolul de a ridica nivelul apei din râu pentru a se realiza captarea unui debit mai mare (până la 90 - 95 %) întrucât în regim liber nu se captează decât 20 - 25 % din debitul total al râului.

Construcțiile de spălare sunt deschideri în prag sau avancanale și au rolul de a micșora cantitatea de aluviuni care pătrund în sistemul de irigații.

Construcțiile de oprire a aluviunilor de fund (grele) și a unei părți din cele purtate în suspensie de curentul de apă, constau din praguri în consolă, panouri plutitoare, canale decantoare etc, care determină micșorarea vitezei curenților de apă și deci sedimentarea aluviunilor mai grele, împiedicând pătrunderea lor în sistem.

Lucrările de regularizare sunt formate din apărări de maluri, pinteni și diguri de dirijare, praguri etc, având rolul de a consolida fundul și malurile râului.

Prizele gravitaționale se diferențiază în funcție de modul de construcție și funcționare în: prize în curent liber, prize cu pinten de dirijare a curentului și prize în curent barat.

Prizele gravitaționale în curent liber se folosesc, în special, la râurile cu albii largi, cu debite mari, niveluri relativ ridicate și cu panta fundului albiei mică sau mijlocie. În cazul acestui tip de prize, captarea apei din râu se face fără a se executa vreo lucrare în albie pentru dirijarea curentului sau pentru ridicarea nivelului.

Se disting mai multe variante de prize gravitaționale în curent liber, după cum pătrunderea apei din sursă se face prin unul sau mai multe canale, cu sau fără

regulator de debit, prevăzute sau nu cu canal de spălare a aluviunilor. Astfel, pot fi: *prize simple* cu o singură gură de captare, cu mai multe guri de captare, cu mai multe guri de captare şi canal de spălare; *prize cu regulator frontal* cu o singură gură de captare şi cu o singură gură de captare şi canal de spălare; *prize cu regulator retras* cu o singură gură de captare şi cu canal de spălare fără stăvilar şi cu o singură gură de captare şi canal de spălare cu stăvilar; *prize cu bazin de decantare*.

Prizele gravitaţionale cu pinten de dirijare a curentului de apă. Această categorie de prize gravitaţionale se deosebeşte de prizele în curent liber prin prezenţa unui pinten (dig) de dirijare a apei, construit în albia minoră, imediat în aval de gura de captare, cu scopul de a supraînălţa nivelul râului şi de a concentra curentul de apă spre aceasta.

Lungimea pintenului se recomandă să fie de cel puţin 1,6 - 3,0 din lăţimea gurii de captare şi de cel mult 60 - 80 % din lăţimea albiei (*B*).

Dirijarea unui debit mai mare spre gura de captare se poate realiza şi cu ajutorul unor panouri plutitoare, care prezintă avantajul că stânjenesc considerabil pătrunderea aluviunilor în canalul de aducţiune, datorită stratificării dirijate a curenţilor de apă din râu. Aceste panouri, de forma unor sectoare de cerc, au lungimea de 1 - 3 m şi sunt fixate perpendicular pe grinzi ancorate la mal cu cabluri, în poziţie oblică faţă de cursul râului, în amonte de gura de captare.

Panourile se scufundă în apa râului până la 0,4 - 0,5 m adâncime. Datorită orientării acestora către gura de captare, curenţii de suprafaţă sunt dirijaţi către punctul de priză, în timp ce curenţii de adâncime - care antrenează aluviunile de fund - se orientează către malul opus prizei.

Prizele gravitaţionale în curent barat. Realizează captarea apei din sursă ca urmare a supraînălţării nivelului cursului de apă prin praguri sau baraje tip deversor. Pragul poate fi construit din elemente uşoare, permeabile (nuiele, fascine, garduri etc) sau poate fi executat din piatră, beton, gabioane etc. Obişnuit, pragurile executate din materiale locale, pe râuri mici, au o existenţă temporară, ele trebuind refăcute după viiturile mai importante.

În general, înălţimea pragului variază în limitele 0,5 - 1,5 m, în aşa fel încât să asigure captarea debitului necesar. Dacă nivelul râului trebuie supraînălţat cu mai mult de 1,5 m, se execută baraje permanente cu stavile, cu vane segment sau cu clape, astfel încât este posibilă captarea integrală a debitului cursului de apă.

Principalele componente ale unei prize gravitaţionale cu baraj permanent sunt: barajul cu bazinul de decantare a aluviunilor (avancamera), vanele de spălare a aluviunilor, canalul de aducţiune cu stăvilar regulator frontal (principal) şi retras (de alimentare) şi canalul de evacuare cu stăvilar regulator (de evacuare).

Pe râurile mici se poate folosi şi aşa numitul *baraj cu ace*, care constă dintr-un prag de beton, un cadru metalic trapezoidal şi un număr de grinzi subţiri (ace) care se sprijină pe cadru. Grinzile pot fi din lemn sau metal. Reglarea nivelului apei în amonte de baraj se face prin rărirea sau îndesirea acelor.

Criterii pentru alegerea tipului de priză gravitaţională. Alegerea tipului de priză gravitaţională se face după ce se studiază mai multe variante. Uneori este necesar ca tipul de priză ales să fie experimentat şi în laborator, pe modele hidraulice.

Pentru condiţiile din ţara noastră, recomandările generale privind alegerea tipului de priză gravitaţională sunt următoarele:

- ✓ priza simplă în curent liber poate fi adoptată în cazul râurilor cu debite mijlocii şi mari, fără variaţii însemnate de nivel, cu albia stabilă şi transport redus de material aluvionar;
- ✓ priza în curent liber cu stăvilar la mal se recomandă pe râurile interioare, cu maluri rezistente, stabile şi care au nivelul minim superior cotei terenului de irigat;
- ✓ priza în curent liber cu stăvilar retras (amplasat în zona digului), este potrivită pentru râurile interioare mari şi la Dunăre;
- ✓ priza cu pinten de dirijare este recomandabilă, pe cursurile de apă cu albia largă şi cu adâncimea apei la niveluri normale, relativ mică;
- ✓ priza în curent barat, cu bazin de decantare (avancameră) şi cu stăvilar de spălare, se poate folosi în majoritatea cazurilor, pe râurile interioare, fiind uşor de exploatat şi economică în ce priveşte spălarea aluviunilor.

14.3.2 Prizele cu ridicare mecanică (prizele cu pompare) a apei

Priza cu ridicare mecanică a apei reprezintă un ansamblu de construcţii şi instalaţii care realizează trecerea apei, în general prin pompare, din sursă - aflată la o cotă inferioară - în canalul de aducţiune, situat la o cotă superioară.

O priză cu pompare îndeplineşte două funcţii importante: funcţia de priză, adică aceea de captare a apei din sursă şi funcţia de ridicare a apei până la un nivel superior necesar.

Particularităţile prizelor cu pompare. Comparativ cu prizele gravitaţionale, prizele cu pompare prezintă o serie de caracteristici, sintetizate în cele ce urmează.

Prizele cu pompare au un coeficient de captare a debitelor minime asigurate de cel mult 0,25 ($\frac{Q_c}{Q_{min\%}} \leq 0,25$), în timp ce la prizele gravitaţionale acest coeficient este, în general, mai mare de 0,5.

Datorită funcţionării sezoniere a staţiilor de pompare, se impune alegerea unor soluţii tehnico-economice la construcţiile şi instalaţiile prizei care să nu

majoreze prea mult investiția specifică a sistemului. Totdeauna trebuie studiată și posibilitatea utilizării reversibile a stației de pompare.

Stațiile de pompare care nu alimentează direct instalațiile de aspersiune pot funcționa și în condițiile existenței în sursă a unor cantități de aluviuni mai mari decât la prizele gravitaționale, fapt ce permite adoptarea unor soluții tehnice mai ieftine pentru reținerea aluviunilor; când stațiile de pompare sau stațiile de punere sub presiune alimentează instalațiile de aspersiune, sunt necesare instalații speciale (filtre, site) pentru reținerea aluviunilor deoarece fără acestea, se poate produce obturarea aspersoarelor.

Prizele cu pompare la surse cu o variație însemnată a nivelului apei comportă lucrări de dificultate tehnică și investiții costisitoare; în asemenea condiții este recomandabil să se amenajeze stații de pompare plutitoare (mobile) care prezintă și avantajul că la sfârșitul sezonului de irigații pot fi deplasate și depozitate în docuri, porturi etc.

Prizelor cu pompare le sunt specifice două fenomene care nu apar la prizele gravitaționale: vortexul* și cavitația. Fenomenul de cavitație se previne prin centrarea corectă a rotorului pompei față de nivelul minim al apei și prin respectarea înălțimii admisibile de aspirație.

Clasificarea prizelor cu pompare. Prizele cu pompare pot fi clasificate după mai multe criterii:

În funcție de natura sursei se disting prize:

- ✓ cu pompare din râu;
- ✓ cu pompare din canal;
- ✓ cu pompare din lac.

După modul cum se realizează pomparea apei la diferite niveluri (trepte) ale terenului se deosebesc:

- ✓ stații de pompare de bază (SB) - treapta I;
- ✓ stații de repompare (SRP) - treapta a II-a și a III-a;

Având în vedere poziția, mobilitatea și funcționalitatea stației de pompare, se diferențiază prize:

- ✓ de mal și în albie;
- ✓ fixe și deplasabile;
- ✓ separate și reversibile.

Criterii pentru alegerea schemelor de priză cu pompare. Alegerea unei scheme de priză cu pompare este condiționată de:

- ✓ variația nivelului și debitului sursei și gradul lor de asigurare;

---

* Vortexul sau vârtejul este fenomenul de pătrundere a aerului în aspiratoarele pompelor, provocând reducerea înălțimii de pompare, a randamentului pompelor și, în unele cazuri, chiar dezamorsarea. Pentru preîntâmpinarea vortexului, aspiratorul pompei trebuie să se găsească la o adâncime de cel puțin $(1{,}0 \div 1{,}5) \cdot D$ (D - diametrul aspiratorului) sub nivelul minim al apei din sursă (*Ionescu Sisești D.* și colab., 1965).

BCU "ASE" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

✓ durata de folosire anuală a staţiei de pompare;

✓ morfologia albiei râului şi caracteristicile geotehnice ale malurilor acestuia;

✓ regimul de scurgere a aluviunilor şi sloiurilor;

✓ dezvoltarea în perspectivă a diferitelor amenajări pentru alte folosinţe economice în zona deservită de staţia de pompare.

În funcţie de aceste criterii, se recomandă:

✓ priza de mal, pe cursurile de apă cu maluri stabile, în zonele în care talvegul este în apropierea malului;

✓ priza în albie, pe cursurile de apă cu debite mari asigurate, în cazurile când lângă mal nu sunt condiţii optime de captare;

✓ priza fixă, pe cursurile de apă cu debite mijlocii, în zonele cu albia stabilizată;

✓ staţia de pompare plutitoare, pe râurile navigabile, cu variaţii mari de niveluri şi în condiţiile unor zone apropiate de locul de iernare a navelor (docuri, porturi);

✓ priza combinată (reversibilă), în cazul când pe acelaşi perimetru se execută atât un sistem de irigaţii cât şi unul de desecare.

Elementele componente ale unei prize cu pompare. Prizele cu pompare cuprind un ansamblu de construcţii, instalaţii, echipamente şi conducte, între care cele mai importante sunt: priza de apă la sursă, aducţiunea, clădirea staţiei, echipamentul hidromecanic, construcţiile anexe şi bazinul de refulare.

Priza de apă la sursă poate cuprinde: puţul de captare, avancamerele, orificiile de captare şi aspiratoarele sau sorburile (pentru diametre mici).

Puţul de captare se amplasează la mal sau în albie şi are forma unei camere paralelipipedice, cilindrice sau ca o pilă* de pod; în albie se execută ca o pilă de pod. Puţurile de captare sunt prevăzute cu unul sau două rânduri de ferestre de captare pentru fiecare agregat de pompare. Fundul puţului se amplasează cu 0,5 - 0,7 m sub nivelul ferestrei inferioare, pentru decantarea aluviunilor grosiere. Ferestrele puţului sunt protejate în exterior, cu vane care permit etanşeizarea cuvei (puţului) în vederea reparaţiilor şi întreţinerii agregatelor.

Avancamerele sunt construcţii din beton, de formă trapezoidală sau dreptunghiulară, având rolul de a proteja ferestrele de captare şi aspiratoarele de loviturile gheţurilor şi flotanţilor.

Orificiile de captare sunt deschideri în peretele exterior al cuvelor care se practică la prizele cu pompare din canale.

Din puţul de captare (bazinul de aspiraţie), apa pătrunde în conductele de aspiraţie prin aspiratoare sau sorburi.

---

* Element constructiv, servind drept reazem intermediar pentru o structură hidrotehnică (pilă-picior de pod, pilă de baraj).

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Aspiratoarele trebuie amplasate la adâncime corespunzătoare pentru prevenirea fenomenelor de vortex şi cavitaţie.

Se recomandă ca viteza apei în aspirator să fie în limitele 0,6 - 0,8 m/s, iar în conducta de aspiraţie de 1,0 - 1,4 m/s.

Aducţiunea apei la agregatele de pompare se impune atunci când staţia nu poate fi executată pe linia malului din cauza instabilităţii sau inundabilităţii acestuia. Aducţiunea apei poate fi realizată gravitaţional (de tip deschis cu canal şi de tip închis cu conductă), prin aspiraţie şi prin sifonare.

Aducţiunea gravitaţională de tip închis este alcătuită dintr-o conductă din beton sau metalică. Pentru evitarea sedimentării aluviunilor, viteza apei în conductă trebuie să fie mai mare de 1,0 - 1,2 m/s.

Aducţiunea apei prin aspiraţie se realizează printr-o conductă din oţel, care are o pantă de minimum 2 ‰ spre pompă; pentru a nu se forma pungi de aer, conducta trebuie să fie cât mai scurtă, să aibă diametrul constant şi să conţină cât mai puţine coturi.

Aducţiunea prin sifonare se construieşte din conducte de beton sau metal, având aceleaşi reguli tehnice ca şi cea de aspiraţie. În acest caz, se prevăd obligatoriu aspiratoare la capătul amonte, dispozitive de evacuare a aerului, dispozitive pentru accesul aerului la dezamorsare şi o instalaţie de menţinere a vacuumului.

Clădirea staţiei de pompare reprezintă construcţia care asigură adăpostirea şi protecţia agregatelor de pompare şi permite personalului de exploatare să execute lucrări de întreţinere şi reparaţii.

Se disting următoarele tipuri principale de clădiri ale staţiilor de pompare:

- ✓ tipul la sol (fără cameră subterană) la care agregatele de pompare sunt amplasate deasupra cotei terenului;
- ✓ tipul cu clădire îngropată, la care clădirea staţiei şi agregatele de pompare sunt amplasate sub nivelul terenului;
- ✓ tipul cu cameră subterană, în care agregatele de pompare sau numai pompele sunt amplasate sub nivelul terenului; camera agregatelor poate fi uscată, umedă sau tip bloc.

Echipamentul hidromecanic al staţiei de pompare cuprinde agregatul (agregatele) de pompare, adică: pompa (pompele), motorul (motoarele), cuplajul dintre ele şi instalaţiile anexe mecanice de amorsare şi epuisment.

În irigaţii, cele mai folosite pompe sunt cele din categoria pompelor turborotative. Acestea sunt maşini hidraulice care transformă energia mecanică în energie hidraulică, datorită interacţiunii dintre palele unui rotor şi curentul de apă.

Pompele turborotative se clasifică după mai multe criterii. Astfel, după modul cum se realizează interacţiunea dintre palele rotorului şi curentul de apă se disting:

✓ pompe radial-centrifuge (centrifugale), la care particulele de apă sunt transportate pe traiectorii radiale, de la centru spre periferie, ca efect al forței centrifuge;

✓ pompe axial-elicoidale, la care particulele de apă sunt transportate, cu viteză constantă, în zona rotorului, pe suprafețe de curgere cilindrice; palele se înșurubează în lichidul pe care îl deplasează axial;

✓ pompe radial-axiale (diagonale), care au caracteristici intermediare între primele două tipuri.

După numărul rotoarelor pompei se deosebesc:

✓ pompe cu un rotor (monoetajate);

✓ pompe cu două sau mai multe rotoare calate pe același ax (multietajate); la acestea, debitul pompei este egal cu debitul unui rotor iar înălțimea de pompare reprezintă suma înălțimilor realizate de fiecare dintre rotoarele calate pe același ax;

✓ pompe cu două rotoare identice montate în paralel (dublu flux) la care, debitul de pompare este egal cu suma debitelor realizate de fiecare dintre cele două rotoare iar înălțimea de pompare este cea realizată de un rotor.

După poziția axului pompei, pot fi cu ax:

✓ orizontal (pompele centrifugale);

✓ vertical (pompele axial-elicoidale și radial-axiale);

✓ înclinat (pompele axial-elicoidale).

După modul de montare a palelor rotorului în jurul butucului se disting pompe cu pale:

✓ fixe;

✓ reglabile în poziție de repaus;

✓ reglabile în poziție de funcționare.

După domeniul de utilizare, pompele pot fi clasificate astfel:

✓ pompe de joasă presiune, la care înălțimea de pompare variază între 1 - 20 mCA; în această categorie fac parte pompele monoetajate cu turații mai mici de 300 rot/min;

✓ pompe de presiune medie, cu înălțimea de pompare de 20 - 100 mCA;

✓ pompe de înaltă presiune, cu înălțimea de pompare mai mare de 100 mCA (în această categorie se includ pompele centrifugale multietajate).

Pompele se fabrică pe familii (tiposerii) cu caracteristici tehnice care să acopere un anumit domeniu de folosire, în ce privește debitul și înălțimea de pompare (tab. 14.6).

Pentru a prelua apa din sursă și a o ridica la un nivel superior necesar, pompa se echipează cu o conductă de aspirație și una de refulare.

Conducta de aspirație asigură trecerea apei din bazinul de aspirație (puțul de captare) în pompă. Pătrunderea apei în conducta de aspirație are loc prin intermediul aspiratorului (sorbului), montat la capătul inferior al conductei.

Tabelul 14.6

Caracteristici tehnice ale unor pompe fabricate în România şi folosite în lucrările de îmbunătăţiri funciare (după *Pleşa I.* şi *Cîmpeanu S.*, 2001)

Familia (tiposeria)	Tipul de pompă	Q (m^3/h)	H (mCA)	N (rot/min)
Lotru - Cerna - Criş	centrifuge cu ax orizontal	4 - 400	3,5 - 55	1500 - 3000
Sadu	centrifuge cu ax orizontal	360 - 7200	6 - 40	500 - 1000
N.D.S.	centrifuge cu ax orizontal	250 - 7500	5 - 96	700 - 3000
R.D.N.	centrifuge cu ax orizontal	100 - 8000	20 - 100	750 - 2950
R.V.	centrifuge cu ax orizontal	3000 - 30000	32 - 66	375 - 580
V.D.F.	centrifuge, verticale, cu rotor în dublu flux	97 - 1980	10 - 90	960 - 2950
Hebe	centrifuge cu ax orizontal multietajate	7 - 200	10 - 200	3000
Brateş	diagonale	290 - 3600	5 - 20	500 - 1500
M.V.	diagonale, mono sau multietajate	250 - 54000	12 - 120	500 - 1000
Dunărea (verticale)	axiale monoetajate	720 - 57600	3 - 20	290 - 1540

Conducta de refulare realizează transportul apei de la flanşa* de refulare a pompei până la bazinul de refulare. La lungime mică de refulare se prevăd conducte separate pentru fiecare agregat de pompare. Când lungimea de refulare este mare, pentru economie de material şi reducerea rezistenţei hidraulice pe traseu, este avantajoasă concentrarea refulării mai multor pompe într-o singură conductă de diametru corespunzător.

Dacă în conducta de aspiraţie, apa trebuie să circule cu viteza de 1,0 - 1,4 m/s, în conducta de refulare viteza de circulaţie a apei trebuie să se situeze în limitele 1,5 - 3,0 m/s.

Construcţiile anexe sau mecanismele auxiliare cu care sunt echipate staţiile de pompare cuprind: instalaţii de amorsare, de epuisment, de ventilaţie şi încălzire, de ridicare, de ungere cu apă etc.

Instalaţiile de amorsare asigură umplerea carcaselor pompelor cu apă. Amorsarea se poate realiza în mai multe moduri:

- ✓ gravitaţional, când nivelul apei în bazinul de aspiraţie este superior cotei axului pompei;
- ✓ prin depresiune, folosind pompe de vacuum;
- ✓ din conducta de refulare, când umplerea pompei şi a conductei de aspiraţie se face cu apă din conducta de refulare sau dintr-un rezervor special amenajat.

---

* Piesă de legătură folosită în perechi pentru îmbinarea anumitor armături sau a două conducte între ele, de obicei prin şuruburi sau, bordură la capătul unei piese, făcând sau nu corp comun cu piesa, care constituie organul de legătură, de obicei prin şuruburi, cu altă piesă.

Instalația de epuisment asigură colectarea și evacuarea apei pierdute în camera pompelor pe la lagăre, flanșe, garnituri etc, precum și a celei infiltrate prin pereții camerei pompelor.

Instalațiile de ventilație și încălzire servesc pentru reglarea temperaturii și aerisirea camerelor de pompare. Aceste instalații pot lipsi la stațiile de pompare mici, cu debitul sub 2 m^3/s.

Mecanismele de ridicare pot fi: trepiede, grinzi rulante și poduri rulante, necesare pentru manevrare în sala pompelor. Și acestea se recomandă după caz, în funcție de mărimea stației.

Instalația de ungere cu apă este caracteristică pompelor axial-elicoidale, care sunt prevăzute cu o serie de lagăre ce mențin verticalitatea axului.

Stația de pompare mai cuprinde un post de transformare și, de asemenea, instalații electrice interioare de forță și iluminat.

Bazinul de refulare reprezintă spațiul în care debușează conductele de refulare și are următoarele funcții:

- ✓ disipează energia apei care se descarcă din conductele de refulare;
- ✓ asigură racordul la canalul magistral sau de aducțiune;
- ✓ preîntâmpină scurgerea apei în sens invers pe conductele de refulare, în cazul opririi bruște a stației (funcționării pompelor);
- ✓ sprijină conductele de refulare;
- ✓ poate constitui nod de distribuție a apei pe mai multe canale.

Parametrii tehnici ai pompelor. O pompă se caracterizează prin doi parametri principali: debitul (Q) și înălțimea manometrică (H_m).

Debitul pompei reprezintă volumul de apă pompat în unitatea de timp și se exprimă în m^3/s, m^3/min, m^3/h, l/s și l/min.

Înălțimea manometrică (H_m), înălțimea totală de pompare sau înălțimea de energie reprezintă diferența de potențial energetic imprimat unui kgf de lichid care trece prin pompă între centrele flanșelor de refulare și de aspirație.

Înălțimea manometrică se exprimă în mCA și se măsoară practic cu un vacuumetru și un manometru, care se racordează la ștuțurile de aspirație și de refulare ale pompei. Înălțimea totală de pompare (H_m) se poate calcula făcând diferența între cota superioară a conductei de refulare și cota nivelului apei din sursă (în general, cu asigurarea de 95%), la care se adaugă pierderile de sarcină (Σh_p).

$$H_m = H_g + \Sigma h_p \qquad (14.2)$$

în care:

H_m este înălțimea manometrică, în mCA;
H_g - înălțimea geodezică, în mCA;
Σh_p - suma pierderilor de sarcină, în mCA.

Înălțimea geodezică (H_g) se compune din înălțimea de aspirație (H_a) și înălțimea de refulare (H_r) (fig. 14.5), adică:

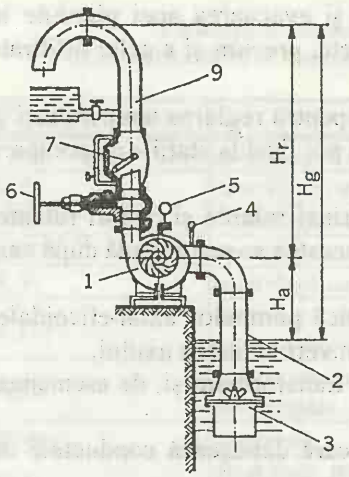


Fig. 14.5 Schema de instalare a unei pompe centrifuge
1 - pompă; 2- conductă de aspiraţie; 3 - aspirator; 4 - vacuummetru; 5 manometru; 6 - vană de pornire; 7 - clapet de reţinere cu by-pass-ul de amorsare; 8 - conductă de refulare; H_a - înălţime de aspiraţie; H_r - înălţime de refulare; H_g - înălţime geodezică.

$$H_g = H_a + H_r \qquad (14.3)$$

Înălţimea de aspiraţie se măsoară de la nivelul minim al apei din sursă până la axul pompei, iar înălţimea de refulare de la axul pompei (pentru pompe cu ax orizontal) până la linia orizontală ce trece prin centrul orificiului de la extremitatea superioară a conductei de refulare.

Suma pierderilor de sarcină (Σh_p) se determină după ce se calculează pierderile de sarcină pe conducta de aspiraţie (h_{pa}) şi cele de pe conducta de refulare(h_{pr}).

$$\Sigma h_p = h_{pa} + h_{pr} \qquad (14.4)$$

Pierderile de sarcină se produc datorită frecării lichidului de pereţii interiori ai conductei (h_f) şi datorită rezistenţelor locale (h_l), la trecerea lichidului prin diferitele obstacole (intrare aspirator, coturi, vane, clapeţi etc). Se exprimă, de regulă, în mCA.

Pierderile de sarcină hidrodinamică, atât pe conducta de aspiraţie cât şi pe conducta de refulare se calculează cu relaţiile:

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \qquad (14.5)$$

$$h_l = \xi \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \qquad (14.6)$$

în care:

- λ - coeficientul de rezistenţă al conductei, depinzând de rugozitatea şi diametrul conductei;
- ξ - coeficient de rezistenţă locală;
- L - lungimea conductei, în m;
- D - diametrul conductei, în m;
- V - viteza lichidului în interiorul conductei, în m/s;
- g - acceleraţia gravitaţiei, în m/s^2;

La calculul pierderilor de sarcină se are în vedere că viteza apei în conducta de aspiraţie trebuie să se încadreze în limitele 1,0 - 1,4 m/s iar în conducta de refulare, în intervalul 1,5 - 3,0 m/s.

BU IAŞI / CENTRAL LIBRARY

Când se alege pompa pentru agregatul de pompare, trebuie să se țină seama de valoarea maximă a înălțimii geodezice de aspirație ($H_{a\,max}$).

$$H_{a\,max} = 10{,}33 - \frac{A}{900} - \frac{P_v}{\gamma} - h_{pa} - NPSH \tag{14.7}$$

$$NPSH_{disponibil} = 10{,}33 - \frac{A}{900} - \frac{P_v}{\gamma} - h_{pa} - H_{a\,max} \tag{14.8}$$

în care:

A reprezintă altitudinea locului, în m;

$\frac{P_v}{\gamma}$ = 0,24 mCA (presiunea de vaporizare a apei în intervalul de temperatură de 15 - 25°C);

h_{pa} - pierderea de sarcină pe conducta de aspirație, în mCA;

$NPSH$ - rezerva de cavitație a pompei, în mCA (această caracteristică este furnizată de constructorul pompei);

Pompa funcționează fără cavitație dacă ($NPSH_{disponibil}$) este mai mare decât ($NPSH_{pompă}$). De asemenea, pompa este cu atât mai bună cu cât are ($NPSH$) mai mic. De exemplu, la $NPSH$ cuprins între 2 - 3 mCA și $h_{pa} < 0{,}4$ mCA, rezultă $H_a \leq 6 \div 7{,}5$ mCA.

Puterea la axul pompei (P_p) necesară pentru ridicarea la înălțimea manometrică (H_m) a unui debit (Q), exprimată în CP sau Kw se extrage din fișa tehnică a pompei sau, când acest lucru nu este posibil, se folosesc relațiile de calcul:

$$P_p\,(CP) = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta_p} \tag{14.9}$$

$$P_p\,(Kw) = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{102 \cdot \eta_p} \tag{14.10}$$

Puterea consumată de agregatul de pompare, pe care trebuie să o preia de la o sursă de energie (P_e), rezultă din relațiile:

$$P_e\,(CP) = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta_p \cdot \eta_m} \tag{14.11}$$

$$P_e\,(Kw) = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{102 \cdot \eta_m \cdot \eta_p} \tag{14.12}$$

în care:

γ reprezintă greutatea specifică a apei, în kg/m^3;

Q - debitul pompei, în l/s;

H_m - înălțimea manometrică, în mCA;

η_p, η_m - randamentul pompei, respectiv al motorului.

B.C.U. „M. EMINESCU" IAȘI
BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Montarea pompelor în staţie. Agregatul de pompare împreună cu ansamblul de echipamente, conducte şi armături formează o linie tehnologică.

Numărul de agregate dintr-o staţie de pompare variază între 2 - 8.

În cazul pompelor cu debite mai mari de 2 m^3/s şi conducte de refulare mai scurte de 300 m, o linie tehnologică este deservită, de regulă, de o singură pompă. La staţiile de medie şi înaltă presiune, o linie tehnologică poate fi deservită de mai multe pompe cuplate în paralel: 2 pompe când au debitul de 1 - 2 m^3/s şi maximum 5 pompe, când debitul acestora este sub 0,2 m^3/s.

La montarea agregatelor de pompare trebuie satisfăcute următoarele cerinţe generale:

✓ realizarea unui suport suficient de rigid care să poată să preia şi să amortizeze trepidaţiile;

✓ centrarea electropompei să asigure aşezarea perfect orizontală a agregatului şi coaxialitatea arborilor electromotorului de antrenare şi al pompei;

✓ pompa să poată fi demontată de pe placa de bază fără a fi necesară demontarea conductelor de aspiraţie şi de refulare;

✓ traseele conductelor de aspiraţie şi de refulare să nu permită formarea pungilor de aer, să conţină cât mai puţine elemente care produc pierderi de sarcină locale iar îmbinările să fie perfect etanşe.

Pentru funcţionarea normală a agregatelor de pompare, la instalarea conductelor de aspiraţie prevăzute cu sorb şi clapet de reţinere, trebuie respectate câteva condiţii importante:

✓ distanţa de la partea inferioară a sorbului până la fundul bazinului de aspiraţie să fie cel puţin egală cu diametrul nominal al aspiratorului (sorbului);

✓ înălţimea coloanei de apă deasupra gurii aspiratorului să fie mai mare decât diametrul acestuia;

✓ distanţa între axele aspiratoarelor, în cazul staţiilor de pompare cu mai multe agregate; să fie de cel puţin patru ori diametrul conductei.

Pe conducta de refulare, imediat după flanşa de refulare a pompei, se montează o vană care se foloseşte la pornirea şi reglarea pompei. Dacă înălţimea de refulare este mare, se montează după vană şi un clapet de reţinere, cu rolul de a împiedica golirea conductei de refulare la opririle bruşce ale pompei şi a preîntâmpina efectul eventualelor lovituri de berbec*.

În funcţionarea agregatelor de pompare pot apare unele defecţiuni care trebuie remediate imediat ce s-au produs sau au fost constatate. Principalele defecţiuni posibile la funcţionarea agregatelor, cauzele probabile şi modul de remediere al acestora sunt prezentate în tabelul 14.7.

---

* Unda de şoc provocată de perturbarea regimului de curgere în conductele sub presiune. Fenomenul a fost numit lovitură de berbec datorită zgomotului caracteristic cu care se produce.

Tabelul 14.7

Defecţiuni posibile la funcţionarea agregatelor de pompare, cauze şi modalităţi de remediere (după *Burchiu V.* şi *Burchiu Natalia*, 1993)

Defecţiunea	Cauze	Modalitatea de remediere
Agregatul de pompare nu porneşte, nu turează sau nu intră în turaţie nominală	Ansamblul în rotaţie al pompei şi motorului gripate	Se controlează ventilatorul, se slăbesc şuruburile de îmbinare a melcului, se controlează rulmenţii, se caută alte locuri cu frecare mare; se curăţă rotorul şi se îndepărtează eventualele granule de nisip
	Condensatorul ars, releul de anclanşare al bobinei auxiliare este defect, periile nu calcă bine pe colectoare	Se înlocuiesc condensatoarele, se repară contactele releului bobinei de anclanşare, se schimbă periile, se curăţă bine lamele colectoare
	Circuitele bobinelor motorului fac legătura cu masa, motorul merge într-o singură fază	Se controlează cu lampa de control sau cu ajutorului creionului de tensiune, se repetă controlul inversând cuplarea la priză
Agregatul turează dar nu se asigură pomparea apei	Circuitul nu este amorsat sau nu se menţine amorsat	Se verifică etanşeitatea sorbului, a îmbinărilor de pe conducta de aspiraţie, se mai repetă operaţia de amorsare mişcând rotorul în interiorul carcasei, acţionând de la ventilator
	Simeringul uzat	Se înlocuieşte
	Presetupa nu etanşează şi permite antrenarea de aer fals	Se înlocuieşte garnitura şi se strânge presetupa
	Înălţimea geodezică de aspiraţie prea mare $H_a > H_{a\,max}$	Se coboară pompa către nivelul apei sau se aşteaptă ridicarea nivelului în sursă
	Sorbul înfundat, clapetul închide intrarea apei în conducta de aspiraţie, vana de pe conducta de refulare închisă (blocată)	Se curăţă sorbul, se schimbă armătura mobilă (clapetul); se schimbă vana
Debitul realizat de pompă este scăzut	Sarcina de refulare a reţelei prea mare, nivel la aspiraţie prea coborât $H_a > H_{a\,max}$	Se constată şi analizează valorile indicaţiilor vacuumetrului şi manometrului, se verifică H_a, şi se controlează poziţia armăturilor pentru ca $h_p \rightarrow min$
	Rotorul pompei înfundat	Se demontează rotorul şi se curăţă spaţiul dintre pale
	Uzură avansată a ansamblului în rotaţie al pompei	Se înlocuiesc piesele (reperele) uzate
Încălzirea, supraîncălzirea motorului electric de acţionare	Pompa funcţionează de prea mult timp	Se opreşte şi se aşteaptă răcirea motorului electric
	Pompa funcţionează cu debit mare ($H_m \rightarrow H_{m\,min}$)	Înălţimea geodezică prea mică ($H_g > H_{g\,min}$) Se reduce debitul (se măreşte H_m) închizând robinetul de pe conducta de refulare
	Răcirea motorului se face defectuos	Se controlează ventilatorul, se fixează bine pe ax, la nevoie se schimbă

Tabelul 14.7 (continuare)

Defecţiunea	Cauze	Modalitatea de remediere
Zgomot şi vibraţii anormale	Rulmenţii uzaţi, unsoarea deteriorată (degradată)	Se înlocuiesc rulmenţii, cei vechi se spală cu petrosin, se suflă, se ung şi se controlează starea acestora (pentru demontarea şi montarea rulmenţilor se folosesc exclusiv prese)
	Ventilatorul nu funcţionează bine, paletele îndoite etc	Se verifică ventilatorul, fixarea acestuia pe arbore şi se înlocuieşte dacă este deteriorat; după asamblare se constată dacă acesta nu freacă de capota de protecţie
	Rotorul a căpătat joc la prinderea pe axul pompei	Se controlează, se fixează şi se asigură
Indicaţii anormale ale manometrelor sau vacuumetrelor	Deteriorarea elementului elastic al aparatelor	Se controlează şi se înlocuieşte
	Grad mare de uzură a echipamentului mobil	Se înlocuiesc aparatele
	Blocarea echipamentului mobil din diferite cauze (de exemplu, cuiburi de viespi sau albine)	Se controlează şi se îndepărtează cauzele

Notă: Parte din defecţiunile semnalate de consumatori se probează de un specialist, care precizează cauzele şi hotărăşte dacă remedierile se fac în instalaţie sau agregatul trebuie dus la o unitate specializată în reparaţii de pompe.

14.4 Metode de udare

Prin metodă de udare se înţelege modalitatea de distribuţie a apei de irigaţii la plante, pe terenurile amenajate în acest scop.

În practica irigaţiilor se folosesc următoarele metode de udare: prin scurgere la suprafaţă, prin aspersiune, prin submersiune şi localizată (subterană, prin picurare, prin rampe perforate).

Indiferent de modalitatea de distribuţie a apei la plante, metoda de udare trebuie să satisfacă câteva cerinţe generale:

- ✓ umezirea uniformă a solului în spaţiul de nutriţie al plantelor;
- ✓ randament şi eficacitate maximă ale udărilor;
- ✓ asigurarea condiţiilor pentru executarea mecanizată a lucrărilor agricole;
- ✓ degradarea cât mai redusă a însuşirilor agroproductive ale solului;
- ✓ realizarea udării cu consum cât mai mic de energie şi forţă de muncă.

14.4.1 Udarea prin scurgere la suprafaţă

Udarea prin scurgere la suprafaţă constă în circulaţia gravitaţională a apei de irigaţii pe trasee dirijate în câmpurile irigate, pentru infiltrarea acesteia în stratul activ de sol.

Criteriul principal care diferenţiază variantele de udare prin scurgere la suprafaţă este modalitatea de conducere şi de circulaţie a apei pe suprafaţa cultivată, pentru a se infiltra în sol. Se disting:

- ✓ *udarea prin brazde*, aplicată mai ales la culturile prăşitoare, viţă de vie şi pomi;
- ✓ *udarea prin fâşii*, caracteristică pentru plantele cultivate în rânduri dese;
- ✓ *udarea prin revărsare*, folosită de regulă, pentru irigarea pajiştilor.

Udarea prin scurgere la suprafaţă este condiţionată de microrelieful şi panta terenului, de posibilităţile de asigurare a nivelării terenului pe direcţiile elementelor de conducere a apei, permeabilitatea solului, natura plantei cultivate ş. a.

În funcţie de aceşti factori trebuie stabilite cât mai adecvat, următoarele elemente tehnice:

- ✓ *debitul de alimentare* (q) a brazdelor sau fâşiilor de udare, în aşa fel încât să nu se producă eroziune prin irigaţii dar să se asigure un randament ridicat muncii udătorilor;
- ✓ *distanţa dintre brazdele de udare* (d), respectiv *lăţimea fâşiilor de udare* (l_f), care să permită umezirea uniformă a întregului spaţiu de nutriţie a plantelor;
- ✓ *lungimea elementelor active de udare* (L_o, L_f), astfel încât pierderile de apă prin percolarea stratului radicular să fie cât mai mici iar spre extremitatea aval a brazdelor sau fâşiilor de udare, solul să fie cât mai uniform umezit, pe întreaga grosime a stratului activ (H);
- ✓ *durata de udare* (t) să fie concordantă cu timpul necesar aplicării integrale a normei de udare (m) şi cu asigurarea posibilităţii de revenire pentru următoarea udare pe aceeaşi suprafaţă, în conformitate cu graficul udărilor stabilit.

14.4.2 Udarea prin submersiune

Udarea prin submersiune constă în realizarea şi menţinerea în incintele parcelelor cultivate cu orez a unui strat de apă cu grosimea variabilă, în funcţie de cerinţele biologice şi tehnologice ale plantei.

Udarea prin submersiune este dependentă de prezenţa:

- ✓ condiţiilor climatice favorabile cultivării orezului;
- ✓ terenului cu panta foarte mică ($i < 0,7 - 0,8$ ‰) şi microreliefului foarte slab exprimat;
- ✓ solurilor cu permeabilitatea redusă.

Elementele tehnice care trebuie controlate la aplicarea udării prin submersiune sunt:

- ✓ *grosimea stratului de apă* (h) de inundare a parcelelor;
- ✓ *debitul de alimentare* (q_a) a parcelelor;
- ✓ *debitul de primenire* (q_p) a parcelelor;
- ✓ *debitul de evacuare* (q_e) a apei din parcele.

14.4.3 Udarea prin aspersiune

Udarea prin aspersiune este cea mai răspândită în lume şi în ţara noastră (aproximativ 75 - 80 % din suprafaţa irigată în România). Metoda constă în distribuţia apei la plante sub forma picăturilor de ploaie, realizate prin ejectarea în atmosferă a apei pompată sub presiune din reţeaua de conducte. Împrăştierea pe suprafeţe limitate a apei, sub formă de picături - simulând ploaia naturală - se obţine cu ajutorul unor dispozitive prevăzute cu ajutaje conice convergente, numite *aspersoare.*

Udarea prin aspersiune este condiţionată de asigurarea unor instalaţii şi echipamente speciale, care permit realizarea ploii aspersate cu anumiţi parametri privind:

- ✓ *intensitatea*, astfel ca aceasta să fie inferioară vitezei de infiltraţie a apei în sol, pentru a se evita băltirile sau scurgerea la suprafaţă şi eroziunea prin irigaţii;
- ✓ *granulometria* (*fineţea*) ploii, care trebuie corelată cu natura şi faza de vegetaţie ale plantei, dar şi cu însuşirile fizice ale solului (textură, structură, permeabilitate pentru apă etc);
- ✓ *uniformitatea stropirii* - adică modul de distribuţie pe suprafaţa terenului a apei aspersate - care trebuie să aibă ca efect umezirea cât mai uniformă a solului;
- ✓ *durata udării*, care trebuie astfel stabilită încât norma de udare (*m*) să se distribuie integral.

Principalii factori care limitează aplicarea udării prin aspersiune sunt consumul mare de energie, costul ridicat al instalaţiilor de udare şi prezenţa vânturilor cu viteza şi frecvenţa mari.

14.4.4 Udarea localizată

Udarea localizată se poate aplica în mai multe variante: udarea subterană, udarea prin picurare, udarea prin rampe perforate şi constă în umezirea solului numai pe un anumit procent din suprafaţa terenului, şi anume, acela ocupat efectiv de plantele cultivate.

Udarea subterană are o extindere limitată datorită pierderilor mari de apă prin percolare sub stratul activ al solului şi a cheltuielilor ridicate de amenajare. O variantă îmbunătăţită a acesteia este aşa-numita *udare prin capilaritate* care constă în distribuţia apei la plante prin conducte perforate, amplasate pe fundul unor şanţuri căptuşite la partea inferioară cu folie de polietilenă şi acoperite cu pământ. În acest mod se creează artificial în lungul conductelor de udare şi în secţiunea căptuşită cu polietilenă, umezirea solului la capacitatea totală, din care apa circulă prin capilaritate în spaţiul proxim, pentru a alimenta sistemul radicular al plantelor.

Udarea prin picurare constă în distribuția lentă a apei la plante, *picătură cu picătură*, în cantitatea strict necesară pentru satisfacerea cerințelor fiziologice. Aducțiunea și distribuția apei la plante se face cu ajutorul unor instalații speciale din mase plastice. Metoda este specifică pentru udarea în plantațiile viticole și pomicole precum și pe terenurile cultivate cu legume sau flori.

Marele avantaj al acestei metode este economisirea apei cu până la 40%, comparativ cu alte metode de udare.

Udarea prin rampe perforate se realizează prin instalații cu rețele de conducte din polietilenă, cu diametrul mic, prevăzute cu perforații pentru distribuția apei.

Conductele de udare însoțesc rândurile de plante (pomi, viță de vie, legume, flori), au caracter fix și debitează apa în rigole special amenajate, întrerupte la 4 - 7 m prin digulețe de pământ. Orificiile practicate în pereții conductelor sunt protejate împotriva obturării, cu manșoane canelate, de 6 - 7 cm lungime.

14.4.5 Criterii pentru alegerea metodei de udare

Diversitatea factorilor naturali și agroeconomici determină condiții optime diferențiate pentru diversele metode de udare.

Principalii factori care influențează alegerea metodei de udare sunt: relieful, însușirile solului, calitatea apei de irigație, condițiile hidrogeologice, caracteristicile climatice, structura culturilor irigate și condițiile social-economice.

Relieful influențează alegerea metodei de udare prin pantă și gradul de exprimare a microreliefului.

Dacă panta generală a terenului este mai mică de 0,7 ‰, se recomandă udarea prin aspersiune, udare localizată și eventual, submersiunea (dacă sunt condiții favorabile cultivării orezului).

Când panta este cuprinsă între 0,07 % și 3 %, pot fi aplicate toate metodele de udare dar, la pante peste 1,5 - 2,0 %, udarea prin scurgere la suprafață trebuie admisă cu precauție.

În cazul când panta terenului depășește 3 %, sunt recomandabile aspersiunea cu intensitatea bine reglată, udarea localizată și udarea prin scurgere la suprafață, însoțită de măsuri speciale pentru prevenirea eroziunii la aplicarea udărilor.

Când microrelieful terenului este bine exprimat și pentru nivelare sunt necesare terasamente care depășesc 1.000 m^3/ha, se preferă udarea prin aspersiune sau udarea localizată.

Însușirile solului. Dintre însușirile solului, la alegerea metodei de udare, prezintă interes textura, viteza de infiltrație a apei în sol, capacitatea de înmagazinare a apei în sol, rezistența la eroziune și potențialul de salinizare a solului.

Textura mijlocie este favorabilă aplicării tuturor metodelor de udare. Dacă alcătuirea granulometrică este uşoară, sunt recomandabile udarea prin aspersiune şi udarea localizată, iar în cazul solurilor argiloase, se recomandă scurgerea la suprafaţă, udarea subterană şi udarea prin aspersiune cu norme de udare mici.

Viteza de infiltraţie cu valori mai mari de 10^{-4} cm/s impune aplicarea udării prin aspersiune cu norme mici şi udarea localizată. Când viteza de infiltraţie este cuprinsă între 10^{-4} cm/s şi $5 \cdot 10^{-5}$ cm/s poate fi aleasă oricare din metodele de udare. Pentru cazurile în care viteza de infiltraţie este mai mică decât $5 \cdot 10^{-5}$ cm/s se recomandă udarea prin aspersiune cu norme mici, udarea prin scurgere la suprafaţă şi udarea localizată.

Capacitatea de înmagazinare a apei în sol redusă, obligă la alegerea udării prin aspersiune sau a udării localizate. La valori mijlocii ale capacităţii de înmagazinare a apei în sol sunt corespunzătoare toate metodele de udare iar dacă solul are capacitatea mare de înmagazinare a apei, este preferabilă scurgerea la suprafaţă.

Rezistenţa solului la eroziune. Solurile cu rezistenţa mare la eroziune permit aplicarea oricăreia dintre metodele de udare iar în cazul solurilor uşor erodabile sunt recomandabile udarea prin aspersiune cu picături mici şi udarea localizată.

Potenţialul de salinizare a solului. În cazul solurilor cu potenţial mare de salinizare se aleg aspersiunea cu norme de udare mari şi udarea prin submersiune. Dacă potenţialul de salinizare este redus, pot fi aplicate oricare dintre metodele de udare.

Calitatea apei de irigaţie. Dacă apa de irigaţie are turbiditatea mare este preferabilă udarea prin scurgere la suprafaţă. În cazul când apa de irigaţie are conţinutul de săruri solubile mare, se adoptă scurgerea la suprafaţă sau udarea prin submersiune. Pentru irigarea cu ape uzate este raţională aplicarea udării subterane.

Hidrogeologia. Condiţiile hidrogeologice influenţează alegerea metodei de udare, în special, prin nivelul la care se găseşte apa freatică. Dacă nivelul mediu al apei freatice se află la adâncimea mai mică de 5 m, sunt preferabile udarea prin aspersiune cu norme mici şi udarea localizată. La nivelul freatic cuprins între 5 şi 10 m adâncime este recomandabilă udarea prin aspersiune; scurgerea la suprafaţă este raţională dacă există amenajat un sistem de drenaj. În cazul în care apa freatică se află la adâncime mai mare de 10 m pot fi alese toate metodele de udare.

Elementele climatice. Precipitaţiile atmosferice cu un grad accentuat de neuniformitate implică alegerea aspersiunii cu norme mici sau udarea localizată. În zonele cu vânturi puternice ($V > 3{,}0 \div 3{,}5$ m/s) se preferă scurgerea la suprafaţă dar poate fi aplicată şi udarea prin aspersiune, folosind

scheme speciale de udare şi/sau eventual, programând aplicarea udărilor noaptea, când este mai mult calm atmosferic.

Structura culturilor. Cu excepţia orezului, care se udă exclusiv prin submersiune, plantele cultivate pot fi udate prin aproape toate metodele.

Plantele prăşitoare, legumele, pomii şi viţa de vie se irigă, de preferinţă, prin scurgere la suprafaţă.

Pentru legume, pomi şi viţă de vie aplicarea udării localizate are avantajul economisirii apei şi forţei de muncă. În general, se consideră că cea mai bună soluţie este amenajarea terenului pentru irigarea bivalentă.

Condiţiile social-economice pot influenţa alegerea metodei de udare prin potenţialul economico-financiar al beneficiarului amenajării de irigaţie şi prin tradiţia locală.

14.5 Tipul de amenajare cu canale de pământ

Amenajările pentru irigaţii de acest tip se caracterizează prin faptul că atât reţeaua de aducţiune cât şi cea de distribuţie a apei la plante sunt formate, în general, din canale de pământ, de diferite ordine de mărime.

Tipul de amenajare cu canale din pământ este specific metodelor de udare prin scurgere la suprafaţă şi prin submersiune, putându-se folosi - în anumite condiţii - şi pentru udarea prin aspersiune. Pentru acest tip de amenajare sunt potrivite terenurile cu microrelieful slab exprimat, cu panta mică şi uniformă, care să asigure circulaţia gravitaţională a apei şi să implice volum mic de terasamente pentru construcţia canalelor şi nivelare. Solul trebuie să aibă permeabilitatea mijlocie - mică, să fie cu drenajul bun iar apa freatică să se afle la adâncimea mai mare de 4 - 5 m.

14.5.1 Caracteristicile generale ale reţelei permanente de canale

Într-un sistem de irigaţii cu canale din pământ, apa circulă de la sursă la terenul de irigat prin reţeaua de canale de alimentare iar de pe suprafaţa irigată apa în exces este preluată şi condusă spre emisar de reţeaua canalelor de evacuare.

Într-un sistem mare de irigaţii, reţeaua permanentă de alimentare poate cuprinde următoarele categorii de canale (fig. 14.6):

- ✓ canalul principal de aducţiune (CA) sau canalul magistral;
- ✓ canale distribuitoare de ordinul I (CD I);
- ✓ canale distribuitoare de ordinul II (CD II);
- ✓ canale distribuitoare de grup de sectoare (CDGS);
- ✓ canale distribuitoare de sectoare (CDS).

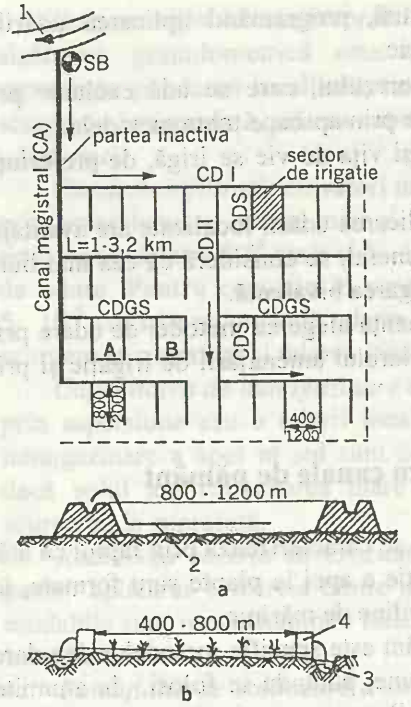


Fig. 14.6 Schema hidrotehnică de amenajare a unui sistem de irigaţii cu canale din pământ
a - udare prin scurgere la suprafaţă (secţiunea A-B); b - udare prin aspersiune cu agregate mobile; 1 - sursa de apă; 2 - conductă de udare; 3 - canal distribuitor de sector; 4 - agregat de pompare mobil

Canalul magistral asigură transportul de la priză şi distribuţia apei pe canalele de diferite ordine de mărime. Are, de regulă, două tronsoane componente.

Tronsonul de la punctul de priză şi până la primul nod de distribuţie reprezintă partea inactivă a canalului magistral. În mod obişnuit, această partea canalului magistral se execută în debleu, până la prima staţie de repompare. Pe sectorul inactiv, panta canalului magistral se adoptă egală cu panta generală a terenului, elementele hidraulice stabilindu-se în funcţie de viteza admisibilă a apei şi de necesitatea evitării debleelor prea mari.

Cel de al doilea tronson al canalului magistral - între primul nod de distribuţie şi ultimul canal pe care îl alimentează - constituie partea activă. Partea activă a canalului magistral se realizează în rambleu sau în debleu-rambleu, pentru a avea cota apei dominantă faţă de terenul ce se irigă. În porţiunea activă, panta canalului magistral variază între 0,4 - 5 ‰, asigurând pentru circulaţia apei viteza admisibilă.

Canalele distribuitoare de ordinul I (CD I) se amplasează la distanţa de 4 - 10 km unul de altul şi au panta apropiată de panta generală a terenului pe traseul canalului.

Construcţia CD I se realizează în rambleu şi în debleu-rambleu, în cazul distribuţiei gravitaţionale a apei, sau în debleu, dacă distribuţia apei se face prin staţii de repompare.

Canalele distribuitoare de ordinul II (CD II) au lungimea de 2 - 5 km şi sunt distanţate unul de altul, la 1 - 3 km. Sunt canale de tipul în rambleu sau în debleu-rambleu, având panta de 0,5 - 3 ‰.

Canalele distribuitoare de grup de sectoare (CDGS) se construiesc în rambleu sau debleu-rambleu, la distanţa de 0,5 - 3 km unul de altul şi cu lungimea de 1 - 3 km.

Canalele distribuitoare de sectoare (CDS) deservesc sectoarele de irigații - cu suprafața de 30 - 120 ha - se amplasează la distanța de 400 - 1200 m unul față de altul și au lungimea 800 - 2000 m. La udarea prin aspersiune cu agregate mobile, CDS se înlocuiesc cu canale de aspersiune care, se amplasează la distanța de 400 - 800 m unul față de altul și care sunt, în general, construite în debleu.

În cuprinsul sistemului de irigație, rețeaua de canale poate funcționa în sezonul de vegetație, continuu sau cu intermitență. Obișnuit, canalul magistral și canalele distribuitoare de ordinele I și II sunt cu funcționare continuă.

Schema hidrotehnică prezentată în figura 14.6 este caracteristică sistemelor mari de irigație. În cazul amenajărilor pe suprafețe mici, rețeaua permanentă de canale se simplifică și poate fi alcătuită doar dintr-un canal de aducțiune și canale distribuitoare de sector.

14.5.2 Trasarea și dimensionarea rețelei de canale

Trasarea rețelei de canale se efectuează în concordanță cu satisfacerea următoarelor cerințe:

- ✓ asigurarea lungimii minime a rețelei de canale pe unitatea de suprafață amenajată și un randament cât mai ridicat sistemului de irigații;
- ✓ traseele canalelor să se încadreze în normele organizării teritoriului și să permită efectuarea nestânjenită a lucrărilor agricole mecanizate, cu eficiență maximă;
- ✓ canalele de aducțiune - distribuție să urmărească punctele dominante ale suprafețelor pe care le deservesc, să aibă panta apropiată de panta generală a terenului și să se construiască cu volum de terasamente cât mai mic;
- ✓ traseele canalelor de evacuare să urmărească punctele cu cotele cele mai mici;
- ✓ realizarea unui număr minim de construcții hidrotehnice, prin evitarea traversării căilor de comunicație, a rețelei canalelor de colectare - evacuare etc.

Dimensionarea rețelei de canale cuprinde calculul debitelor și stabilirea elementelor geometrice și hidraulice ale canalelor.

Debitul de dimensionare a unui canal depinde de suprafața deservită, hidromodulul de udare, timpul de funcționare în luna cu consum maxim, randamentul canalului, randamentul rețelei de ordin inferior, randamentul udărilor precum și modul de funcționare a canalului (continuu sau intermitent).

În calcule se folosește *debitul specific* sau *hidromodulul de udare* (q_u) care reprezintă debitul necesar pentru udarea unei plante de cultură pe suprafața de un hectar, în luna cu consumul de apă maxim (cu asigurarea de 80 %).

$$q_u = \frac{m}{3{,}6 \cdot t \cdot T} \qquad (14.13)$$

în care:

q_u - este hidromodulul de udare, în l/s· ha;
m - norma maximă de udare, în m^3/ha;
t - durata de udare într-o zi, în ore;
T - numărul de zile cât durează udarea pe întreaga solă.

Debitul canalului distribuitor de sector, în cazul funcționării prin rotație, dar cu debitul variabil, se stabilește cu relația:

$$Q_{CDS} = q_u \cdot S \cdot \frac{T}{T_f} \cdot \frac{1}{\eta_{CDS}} \cdot \frac{1}{\eta_{cpi}} \cdot \frac{1}{\eta_{ri}} \cdot \frac{1}{\eta_c} \qquad (14.14)$$

iar în cazul funcționării continue, cu debitul variabil, debitul canalului distribuitor de sector se calculează cu formula:

$$Q_{CDS} = q_u \cdot S \cdot \frac{1}{\eta_{CDS}} \cdot \frac{1}{\eta_{cpi}} \cdot \frac{1}{\eta_{ri}} \cdot \frac{1}{\eta_c} \qquad (14.15)$$

în care:

Q_{CDS} este debitul canalului distribuitor de sector, în l/s;
q_u - hidromodulul de udare maxim, în l/s· ha;
S - suprafața sectorului de udare, în ha;
T - durata udării, în zile;
T_f - durata de funcționare a canalului la aplicarea unei udări, în zile;
η_{CDS} - randamentul canalului distribuitor de sector (≈ 0,9).

Debitul de calcul trebuie să fie egal sau mai mare decât suma debitelor elementelor care consumă simultan apa din canalul distribuitor de sector. Așadar,

$$Q_{CDS} \geq \frac{1}{\eta_{CDS}} \cdot \sum_{i=1}^{n} Q_{cpi} \qquad (14.16)$$

în care:

$\sum_{i=1}^{n} Q_{cpi}$ este suma debitelor canalelor provizorii alimentate simultan din canalul distribuitor de sector, în l/s;

Debitele canalelor distribuitoare de ordin superior (Q_{CD}) - pentru cazul când nu se pot realiza acumulări de apă în canale - se calculează cu formula:

$$Q_{CD} = \frac{1}{\eta_{CD}} \cdot \sum_{i=1}^{n} Q_i \qquad (14.17)$$

în care:

Q_{CD} este debitul canalului distribuitor, în l/s;
η_{CD} - randamentul canalului distribuitor (0,8÷0,9);

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$\sum_{i=1}^{n} Q_i$ - suma debitelor canalelor de ordin inferior, alimentate simultan din canalul distribuitor, în l/s.

Debitul staţiei de pompare, pentru cazul când priza cu pompare refulează apa într-o reţea cu nivel liber, fără posibilitatea realizării de acumulări de apă în canale, se stabileşte cu relaţia:

$$Q_{SP} = q_u \cdot S_p \cdot \frac{1}{\eta_r} \cdot \frac{1}{\eta_c} \qquad (14.18)$$

în care:

Q_{SP} este debitul staţiei de pompare, în l/s;
q_u - hidromodulul de udare maxim, în l/s· ha;
η_r - randamentul reţelei de canale (0,5÷0,7);
η_c - randamentul udării în câmp (0,8÷0,9).

Debitul reţelei de colectare-evacuare. Când amenajarea de irigaţii se prevede cu reţea de colectare-evacuare, debitul unui astfel de canal se calculează în funcţie de ordinul canalului de distribuţie de la care colectează şi evacuează apa în exces. Astfel,

$$Q_{ce} = Q_{CD} \cdot \beta \qquad (14.19)$$

în care:

Q_{ce} este debitul canalului de colectare-evacuare, în l/s;
Q_{CD} - debitul canalului de distribuţie de la care preia surplusul de apă canalul de colectare-evacuare;
β = 0,30÷0,50.

Debitul canalului de colectare-evacuare de ordin superior reprezintă suma debitelor canalelor de ordin inferior de la care primeşte apa.

14.5.3 Calculul cotelor de comandă ale canalelor de irigaţii din pământ

Cota de comandă a unui canal reprezintă cota nivelului apei la capătul amonte al canalului. Valoarea cotei de comandă la un canal de irigaţii trebuie să asigure scurgerea normală pe canal şi alimentarea cu apă a întregii suprafeţe de teren deservite de acesta.

Determinarea cotelor de comandă ale canalelor dintr-un sistem de irigaţii se începe de la canalul cel mai mic, care la irigarea prin scurgere la suprafaţă, cu reţeaua provizorie din pământ, este canalul provizoriu de irigaţii. De asemenea, stabilirea cotelor de comandă se porneşte de la canalul situat în poziţia cea mai depărtată de sursă.

În punctele de ramificaţie este necesar ca nivelul apei în canalul de ordin superior să fie mai mare cu 5÷15 cm faţă de nivelul din canalul inferior (cota de

comandă a acestuia din urmă) pentru asigurarea trecerii debitului calculat şi pentru acoperirea pierderii de sarcină hidrodinamică la stăvilarele de distribuţie.

Această diferenţă de nivel se poate realiza şi prin instalarea unor stăvilare de remuu, în aval de punctul de distribuţie, pe canalul de ordin superior.

Cota de comandă a canalului provizoriu de irigaţie este dependentă de cota terenului în parcela de irigaţii, grosimea stratului de apă din canal, care trebuie să se situeze deasupra cotei terenului din parcelă şi diferenţa de nivel între extremităţile amonte şi aval ale canalului.

Formula de calcul este:

$$C_{cpi} = C_t + h_o + \Delta h \qquad (14.20)$$

în care:

- C_{cpi} este cota de comandă a canalului provizoriu, în m;
- C_t - cota cea mai mare a terenului în zona din capătul aval al canalului, în m;
- h_o - grosimea stratului de apă din canal, deasupra cotei terenului (0,06÷0,10 m);
- $\Delta h = L \cdot i$ - diferenţa de nivel între extremităţile canalului provizoriu, în m;
- L - lungimea canalului provizoriu, în m;
- i - panta fundului canalului provizoriu (se impune, în funcţie de panta generală a terenului, între 0,001÷0,015).

Cota de comandă a canalului distribuitor de sector se stabileşte având în vedere cota de comandă a canalului provizoriu din extremitatea aval a canalului de sector, diferenţa (5÷15 cm) care trebuie asigurată între nivelurile apei ale canalelor superior şi inferior în punctele de ramificaţie, pierderea de sarcină hidrodinamică la trecerea apei prin diferitele construcţii hidrotehnice existente pe canal şi diferenţa de nivel între capetele amonte şi aval ale canalului distribuitor de sector. Prin urmare, se poate scrie:

$$C_{CDS} = C_{cpi} + h' + \Sigma z + \Delta h \qquad (14.21)$$

în care:

- C_{CDS} este cota de comandă a canalului distribuitor de sector, în m;
- C_{cpi} - cota de comandă a ultimului canal provizoriu alimentat de canalul distribuitor de sector, în m;
- h' - diferenţa între nivelurile apei din canalul distribuitor de sector şi canalul provizoriu, în punctul de ramificaţie, în m;
- Σz - suma pierderilor de sarcină hidrodinamică provocate de construcţiile hidrotehnice de pe canalul distribuitor de sector (se consideră câte 5÷10 cm pentru fiecare construcţie hidrotehnică), în m;
- Δh - diferenţa de nivel între extremităţile canalului distribuitor de sector ($\Delta h = L \cdot i$), în m.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Cota de comandă a unui canal distribuitor de ordin superior se determină în acelaşi mod. Astfel,

$$C_{CD} = C_{CD_i} + h' + \Sigma z + \Delta h \qquad (14.22)$$

în care:

C_{CD} este cota de comandă a canalului distribuitor de ordin superior considerat, în m;

C_{CD_i} - cota de comandă a ultimului canal distribuitor de ordin inferior alimentat de canalul distribuitor de ordin superior considerat, în m;

h' - diferenţa între nivelurile apei din canalul distribuitor de ordin superior şi canalul distribuitor de ordin inferior, în punctul de ramificaţie, în m;

Σz - suma pierderilor de sarcină hidrodinamică provocate de construcţiile hidrotehnice de pe canalul distribuitor de ordin superior (se consideră câte 5÷10 cm pentru fiecare construcţie hidrotehnică), în m;

Δh - diferenţa de nivel între extremităţile canalului distribuitor de ordin superior, pentru care se calculează cota de comandă ($\Delta h = L \cdot i$), în m.

Cotele de comandă ale canalelor reţelei de irigaţii sunt bine stabilite dacă în fiecare punct de ramificaţie se asigură diferenţa de 5÷15 cm între nivelurile apei din canalul superior şi cel inferior. De aceea, calculul cotelor de comandă trebuie urmat de verificarea satisfacerii acestei cerinţe.

Dacă în punctele de ramificaţie diferenţa dintre nivelurile apei în cele două canale este mai mare, se amenajează căderi sau pante forţate consolidate, pentru a preveni eroziunea provocată de energia cinetică suplimentară a apei.

14.5.4 Construcţii hidrotehnice pe reţeaua de canale

Circulaţia apei pe canale, corespunzătoare cerinţelor de funcţionare normală a sistemului de irigaţii se realizează cu ajutorul unor construcţii hidrotehnice, care după rol funcţional pot fi: pentru reglarea debitelor şi nivelurilor, pentru racordarea biefurilor canalului, de traversare, pentru măsurarea debitului şi de siguranţă.

Construcţiile pentru reglarea debitelor şi nivelurilor cuprind stăvilarele (stavilele) şi vanetele.

Stăvilarele servesc pentru:

- ✓ distribuţia debitului, în care caz sunt amplasate în punctele de ramificaţie ale reţelei de canale;
- ✓ supraînălţarea nivelului apei în canale, amplasându-se, în acest caz, în aval de ramificaţii (punctele de derivaţie), pentru ca influenţa remuului să se limiteze pe tronsoane;
- ✓ menţinerea constantă a nivelului apei în biefuri;
- ✓ evacuarea surplusului de apă, în care scop se instalează la extremităţile aval ale canalelor de alimentare care sunt prevăzute cu descărcătoare pentru evacuarea surplusului de debit.

Din punct de vedere constructiv se disting: stăvilare deschise, stăvilare tubulare, stăvilare cu flotor şi vanete.

Stăvilarele deschise (fig. 14.7) se folosesc, de regulă, pe canalele cu debitul mai mare de 1,0 - 1,5 m^3/s şi sunt compuse din 1 - 3 obloane ce pot fi deplasate vertical prin mecanisme de ridicare pe ghidaje laterale, fixate cu umplutură de beton în pereţii canalului.

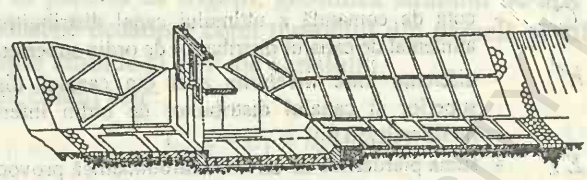


Fig. 14.7 Schema unui stăvilar cu 3 deschideri

Stăvilarele tubulare (fig. 14.8) se utilizează pe canalele cu debitul mai mic de 1,5 m^3/s. Sunt alcătuite din tuburi de beton cu diametrul cuprins între 200 - 1400 mm şi lungimea de 3 - 8 m; capetele acestor tuburi sunt prevăzute cu timpane din beton, pentru prevenirea surpării pământului în canal; în partea frontală a stăvilarului se montează un cadru metalic, în formă de "U", pe care culisează oblonul ce poate fi deplasat cu ajutorul unui mecanism special.

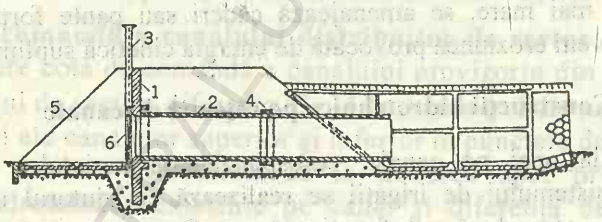


Fig. 14.8 Schema unui stăvilar tubular
1 - timpan; 2 - tub din beton; 3 - cadru de ghidare, 4 - manşon de etanşare;
5 - racordare cu sfert de con; 6 - oblon.

Stavilele cu flotor sau *vanele de nivel constant* se instalează pe reţeaua de aducţiune - distribuţie, când aceasta este prevăzută să funcţioneze automatizat. Stavilele cu flotor realizează niveluri constante în bieful amonte, în bieful aval şi/sau în ambele biefuri ale canalului.

Vanetele (fig. 14.9) sunt dispozitive hidrotehnice simple, cu ajutorul cărora se trece apa din canalele distribuitoare de sector în canalele provizorii, sau în canalele de aspersiune. Vanetele se folosesc şi în orezării, atât pentru alimentarea cât şi pentru evacuarea apei din parcele. În mod curent, dimensiunile vanetelor sunt de 20 x 20 cm; 25 x 25 cm; 30 x 30 cm iar dacă sunt cu secţiunea circulară, diametrul poate fi de 25 - 30 cm.

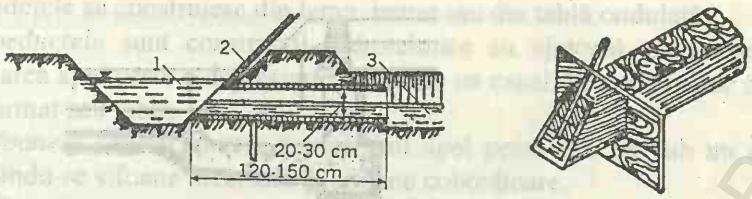


Fig. 14.9 Vanetă din lemn
1 - canal distribuitor; 2 - oblon; 3 - canal provizoriu de irigații

Construcțiile pentru racordarea biefurilor se amplasează pe canale în locurile unde este necesară o rupere de pantă. Racordarea celor două tronsoane de canal cu cote diferite se poate realiza prin pantă forțată (instalație de curent rapid) și căderi.

Panta forțată (fig. 14.10) este construcția hidrotehnică executată din beton sau zidărie de mortar cu ciment, având secțiunea egală cu cea a canalului și panta, în general, mai mare de 15 %.

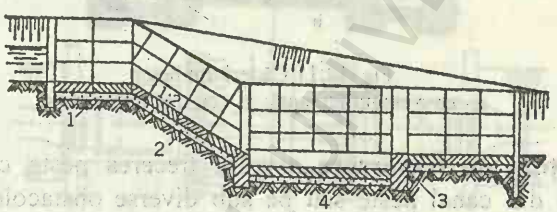


Fig. 14.10 Pantă forțată
1 - gură de intrare; 2 - panta forțată (instalația de curent rapid);
3 - disipator hidraulic de energie; 4 - radier

Pentru reducerea energiei apei ce curge prin secțiunea lucrării cu viteza de 4 - 8 m/s, la extremitatea aval a tronsonului cu panta mare - care racordează cele două biefuri - se execută disipatorul hidraulic de energie (un prag din beton sau piatră). Între capătul aval al pantei forțate și pragul pentru disiparea energiei cinetice a apei se află radierul, a cărui cotă este cu 0,2 - 0,5 m mai mică decât a tronsonului de canal din aval, din care cauză, pe suprafața radierului se formează o saltea de apă amortizoare.

Racordarea biefurilor prin pante forțate se face, în mod obișnuit, în cazul diferenței de nivel mai mare de 1 m.

Căderile în trepte (fig. 14.11) se folosesc pentru ruperea pantei pe traseele canalelor, atunci când diferența de nivel între cele două biefuri este mai mică de 1 m. Căderile sunt trepte în secțiunea canalului, cu înălțimea de 0,3 - 1,0 m, executate din beton monolit sau prefabricate și din zidărie cu mortar de ciment.

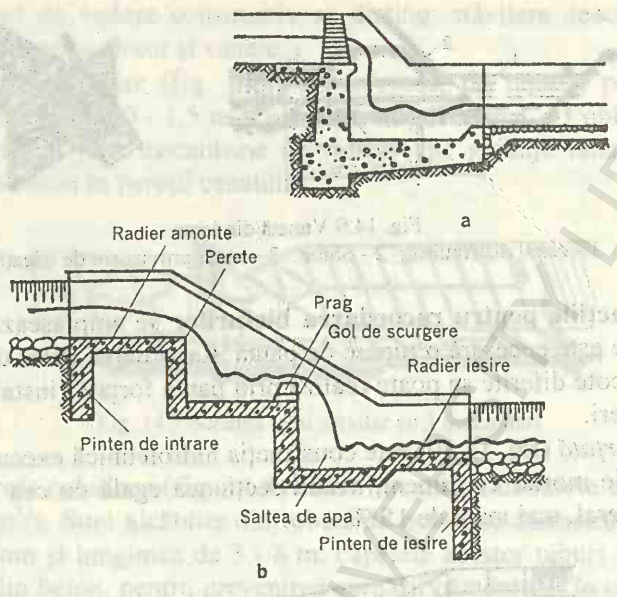


Fig. 14.11 Căderi din beton
a - cu o singură treaptă; b - cu mai multe trepte

Construcțiile de traversare asigură trecerea peste canale precum și circulația apei din canal peste sau pe sub diverse obstacole (drumuri, albii, depresiuni, canale etc). Cele mai importante construcții de traversare sunt podețele, apeductele și sifoanele.

Podețele (fig. 14.12) sunt construcții care permit traversarea canalelor. În general, prin podeț se înțelege lucrarea de traversare a cărei deschidere între culei* este mai mică 8 m.

Din punct de vedere constructiv și funcțional se deosebesc:

- ✓ podețe deschise (pe canalele cu debitul mai mare de 1,5 m^3/s);
- ✓ podețe tubulare (pe canalele cu debitul mai mic de 1,5 m^3/s);
- ✓ podețe stăvilare (deschise și tubulare).

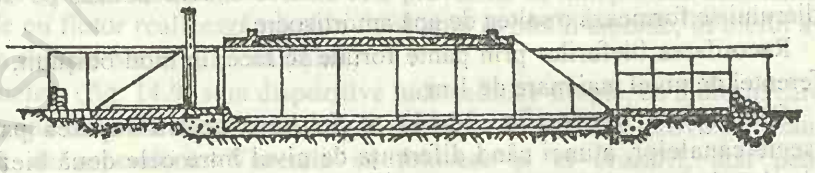


Fig. 14.12 Podeț stăvilar deschis

* Reazemele de pe maluri ale extremităților unui pod sau picioarele podului încastrate în maluri.

Podețele se construiesc din lemn, beton sau din tablă ondulată.

Apeductele sunt construcții hidrotehnice cu ajutorul cărora se asigură traversarea apei peste o depresiune sau peste un canal. Se construiesc din lemn, beton armat sau tablă.

Sifoanele servesc pentru transportul apei peste sau pe sub un obstacol, deosebindu-se sifoane urcătoare și sifoane coborâtoare.

Sifoanele urcătoare asigură circulația apei peste obstacole. Sunt confecționate din tablă de oțel sau din alte materiale și pentru funcționare se amorsează cu pompe speciale.

Sifoanele coborâtoare (fig. 14.13) sunt alcătuite din două corpuri verticale - cilindrice sau rectangulare - legate între ele cu o conductă orizontală, așezată sub nivelul depresiunii sau canalului subtraversat.

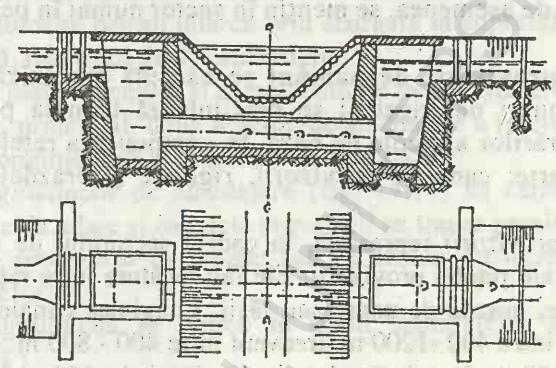


Fig. 14.13 Sifon coborâtor (de subtraversare)

Construcțiile pentru măsurarea debitului cuprind diverse tipuri de apometre speciale, canale de măsurare, praguri de măsurare, deversoare etc, toate fiind realizate pe principiul micșorării locale a secțiunii de curgere.

Măsurarea debitului pe canale se mai poate efectua și prin amenajarea adecvată a stăvilarelor, sifoanelor și deversoarelor de pe canale (v. 12.4.1).

Construcțiile hidrotehnice de siguranță au rolul de a preîntâmpina degradarea canalelor, a construcțiilor hidrotehnice și inundarea terenurilor învecinate, în cazul producerii unor defecțiuni în regimul de funcționare a rețelei de aducțiune - distribuție. Cele mai importante sunt:

- ✓ *deversoarele frontale*, care se amplasează pe canalele mari de irigație, la limita între două biefuri, pentru a permite trecerea surplusului accidental de debit din bieful amonte în bieful aval, fără a degrada secțiunea canalului;
- ✓ *deversoarele laterale*, prevăzute pe canalele de irigații în punctele în care surplusul de debit poate fi descărcat în canale de desecare, albii naturale, văiugi etc;
- ✓ *sifoanele de descărcare*, care prin autoamorsare îndeplinesc același rol funcțional ca deversoarele frontale sau laterale.

14.5.5 Amenajarea sectorului de irigaţii pentru udarea prin scurgere la suprafaţă

Prin sector de irigaţii, în cadrul acestui tip de amenajare, se înţelege suprafaţa irigată deservită de un canal distribuitor de sector. Aria sectorului de irigaţii este de 30 - 120 ha, putând fi şi mai mare în cazul culturilor de câmp. Dimensiunile frecvente sunt: lungimea, 800 - 1200 m; şi lăţimea, 400 - 800 m.

În interiorul sectorului de irigaţii, reţeaua pentru circulaţie a apei este de tip provizoriu, adică transportul apei de la CDS la plante se asigură, fie prin canale de pământ (canale provizorii, rigole, brazde sau fâşii) care se amenajează şi se desfiinţează anual, fie prin conducte transportabile (mobile) care, de asemenea, se menţin în sector numai în perioada sezonului de irigaţii.

Reţeaua provizorie de pământ se execută mecanizat în fiecare an, înaintea sezonului de irigat şi se desfiinţează toamna pentru a permite efectuarea lucrărilor agricole de bază. În componenţa reţelei provizorii din pământ fac parte: canalele provizorii, rigolele şi brazdele sau fâşiile de udare.

Canalele provizorii reprezintă, în cadrul sectorului de irigaţii, cele mai mari elemente ale reţelei provizorii. Ele fac legătura între reţeaua permanentă (CDS) şi rigole, brazde de udare sau fâşii. Lungimea canalelor provizorii de irigaţii variază între 400 -1200 m, frecvent între 400 - 800 m. Distanţa între ele este de 50 - 200 m la schema longitudinală şi de 100 - 400 m la schema transversală de amenajare.

Canalele provizorii de irigaţii se construiesc de tipul debleu - rambleu, cu panta de 1 - 7 ‰, adâncimea de 20 - 40 cm, lăţimea la fund de 30 - 50 cm, taluzul interior 1/1 iar cel exterior 1/2 - 1/4 şi pot tranzita debite de 20 - 80 l/s. Cota nivelului apei în canalul provizoriu de irigaţii trebuie să fie superioară cotei terenului cu 6 - 10 cm.

Execuţia canalelor provizorii de irigaţii se realizează cu plugul purtat pentru canale (PPC), în una sau mai multe treceri.

Rigolele sunt elemente de legătură între canalele provizorii de irigaţii şi brazdele sau fâşiile de udare în cazul amenajării sectorului de irigaţii după schema longitudinală. Elementele geometrice şi hidraulice medii ale rigolelor sunt: lungimea (50 - 200 m); lăţimea la fund (20 - 30 cm); adâncimea (20 - 30 cm); panta (1 - 7 ‰); debitul (10 - 30 l/s). Nivelul apei în rigolă trebuie să fie cu 4 - 7 cm deasupra cotei terenului.

O rigolă poate alimenta simultan 10 - 50 brazde de udare.

Reţeaua provizorie de conducte transportabile se deosebeşte de reţeaua provizorie din pământ prin faptul că, atât canalele provizorii de irigaţii cât şi rigolele sunt înlocuite prin conducte transportabile.

Conductele de transport se alimentează din CDS, iar conductele de udare pot fi alimentate fie direct din CDS, fie din conductele de transport (de alimentare).

Se folosesc atât conducte rigide cât şi conducte flexibile.

Conductele rigide sunt fabricate din aliaj de aluminiu (EUBA - 150) sau din PVC, în tronsoane de câte 6 sau 9 m şi cu diametre de 4″, 6″ sau 8″.

Conductele flexibile sunt confecţionate din diferite materiale (ţesătură de relon cauciucat, cauciuc butyl etc).

Conductele de udare sunt prevăzute echidistanţat cu dispozitive (orificii-vanetă, orificii cu furtun etc) pentru alimentarea brazdelor.

Racordarea conductelor de udare la cele de transport se realizează prin intermediul teurilor sau coturilor cu diametru convenabil.

Conductele folosite pentru udarea prin scurgere la suprafaţă funcţionează la presiune redusă, mai mică de 0,5 atmosfere.

În funcţie de panta terenului şi caracteristicile microreliefului sectorului de irigaţii se disting, principial, două scheme de amenajare a reţelei provizorii de irigaţii: schema longitudinală şi schema transversală.

Schema longitudinală de amenajare (fig. 14.14) se caracterizează prin aceea că, brazdele de udare şi canalele provizorii au trasee paralele, iar trecerea apei din canalul provizoriu în brazde sau pe fâşiile de udare se face prin intermediul rigolelor.

Schema longitudinală se aplică în cazul suprafeţelor cu panta mică ($0{,}07\% < i < 0{,}1\%$).

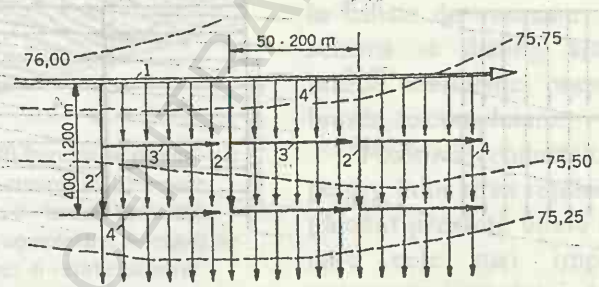


Fig. 14.14 Amplasarea reţelei provizorii de irigaţii după schema longitudinală
1 - CDS (antenă, jgheab); 2 - canal provizoriu de irigaţii; 3 - rigolă; 4 - brazde de udare

Schema transversală (fig. 14.15) este mai simplă decât schema longitudinală şi constă în trasarea brazdelor sau fâşiilor de udare perpendicular pe canalul provizoriu, alimentarea cu apă făcându-se direct din aceasta, fără intermediul rigolelor de udare.

Schema transversală se aplică, în general, dacă panta medie a terenului este mai mare de 1 ‰. Cu toate că pe terenurile cu panta cuprinsă în limitele 1 - 7 ‰,

canalele provizorii şi brazdele sau fâşiile de udare se pot trasa pe orice direcţie, se preferă schema transversală întrucât este mai simplă.

La panta cuprinsă între 7 - 15 ‰ se recomandă, de asemenea, utilizarea schemei transversale. În acest caz (fig. 14.16) canalele provizorii se trasează oblic faţă de direcţia generală a curbelor de nivel, asigurându-se panta convenabilă şi pentru brazde sau fâşii.

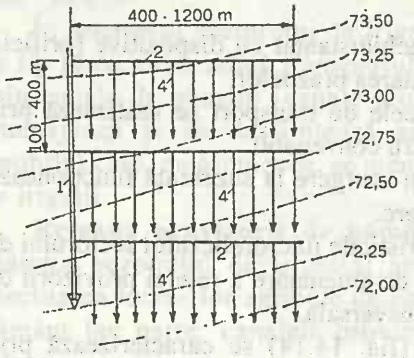


Fig. 14.15 Amplasarea reţelei provizorii de irigaţii după schema transversală
1 - CDS (antenă, jgheab); 2 - canal provizoriu de irigaţii; 4 - brazde de udare

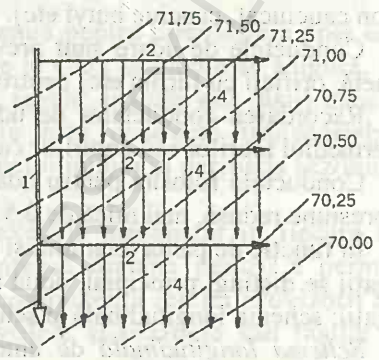


Fig. 14.16 Amenajarea sectorului de irigaţii pentru udarea prin scurgere la suprafaţă pe terenurile cu panta de 7 - 15 ‰ 1 - CDS;
2 - canal provizoriu de irigaţii; 4 - brazde de udare

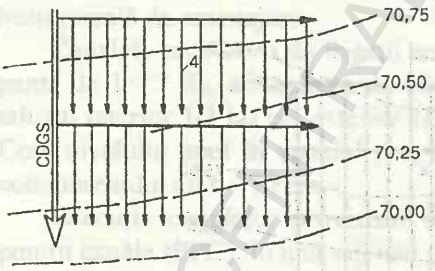


Fig. 14.17 Amenajarea terenului în sectorul de irigaţii în cazul pantei de 2 - 5 ‰
1 - CDS; 4 - brazde de udare

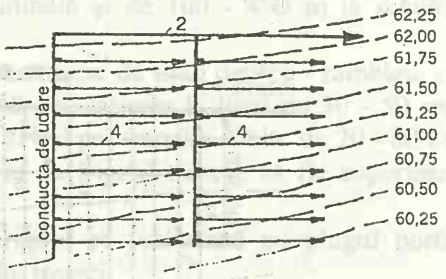


Fig. 14.18 Amenajarea sectorului de irigaţii în cazul pantei mari (1,5 - 4 %)

Pe solurile cu textura mijlocie şi terenul bine nivelat în pantă de 2 - 5 ‰ se poate folosi o schemă de amenajare simplificată, trasându-se brazde cu lungimea de 400 - 500 m, care se alimentează direct din CDS (fig. 14.17). În această situaţie, lungimea CDS este de 800 - 1000 m, iar brazdele de udare sunt singurele elemente ale reţelei provizorii.

În cazul valorilor mari ale pantei (1,5 - 4 %) pericolul eroziunii prin irigație este mare. În aceste condiții se poate adopta schema longitudinală, trasând canalele provizorii și brazdele de udare paralele cu curbele de nivel. Rigola orientată pe linia de cea mai mare pantă, se înlocuiește cu o conductă de udare, rigidă sau flexibilă (fig. 14.18).

De asemenea, se pot trasa brazde de udare în zig-zag sau în trepte (fig. 14.19).

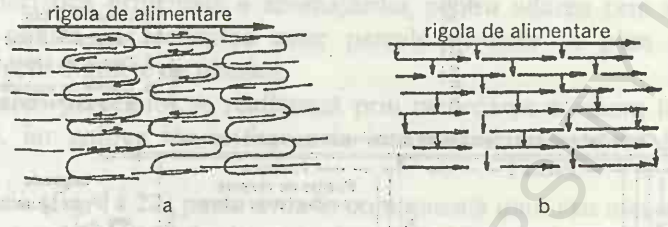


Fig. 14.19 Trasarea brazdelor în zig-zag (a) și în trepte (b)

La panta cuprinsă între 4 - 20 % se adoptă schema de udare care asigură trasarea riguroasă a brazdelor pe conturul curbelor de nivel (irigația de contur) (fig. 14.20). Brazdele sunt, și în acest caz, singurele elemente ale rețelei provizorii. Alimentarea se face din canale prevăzute cu ruperi de pantă. La extremitatea aval, brazdele se descarcă în canale de evacuare. La o astfel de schemă se disting brazde complete, brazde confluente, brazde defluente și brazde de completare.

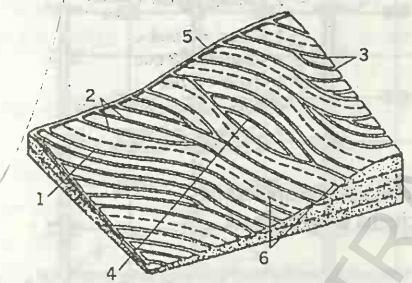


Fig. 14.20 Irigarea pe contur
1 - brazde complete; 2 - brazde confluente; 3 - brazde defluente; 4 - brazde de completare; 5 - rigolă de alimentare; 6 - curbe de nivel

Folosirea conductelor transportabile pentru înlocuirea rețelei provizorii din pământ prezintă unele avantaje, între care cele mai importante sunt: reducerea suprafeței de teren scoasă din cultură, micșorarea pierderilor de apă prin infiltrație, diminuarea volumului lucrărilor de întreținere a rețelei, preîntâmpinarea eroziunii prin irigație în cazul terenurilor cu panta mare etc.

Când se folosesc conducte transportabile, la schema longitudinală canalul provizoriu se înlocuiește cu conducta de transport și rigola cu conducta de udare iar la schema transversală, în locul canalului provizoriu se instalează conducta de udare, care distribuie apa în brazde sau pe fâșii (fig. 14.21).

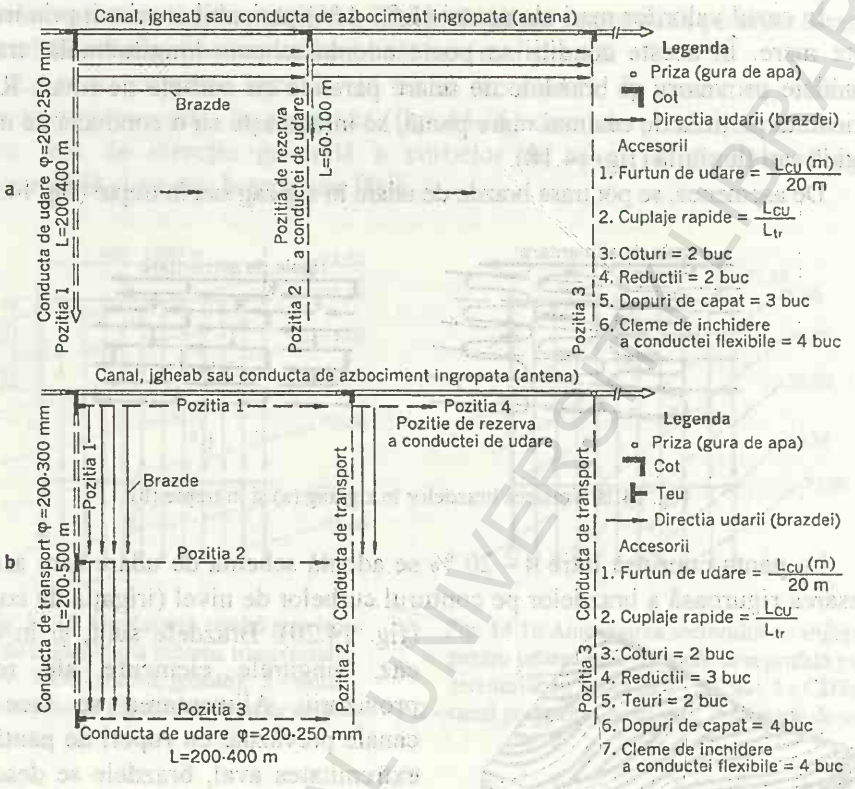


Fig. 14.21 Scheme de udare cu conducte transportabile
a - schema transversală; b - schema longitudinală

14.5.6 Particularităţile tipului de amenajare cu canale de pământ pentru udarea prin aspersiune cu agregate de pompare mobile

În cazul amenajării sectoarelor de irigaţii pentru udarea prin aspersiune cu agregate de pompare mobile, reţeaua permanentă de canale din pământ prezintă câteva particularităţi şi anume:

✓ canalele distribuitoare de sector (canale de aspersiune) pot fi de tipul constructiv "în debleu";

✓ distanţa dintre canalele distribuitoare de sector variază între 400 - 600 m, reprezentând dublul lungimii aripilor de aspersiune folosite;

✓ în lungul canalelor de aspersiune se prevăd drumuri pentru deplasarea prin tractare a agregatelor de pompare;

✓ debitul canalelor de aspersiune se reglează în funcţie de numărul de agregate de pompare care funcţionează simultan pe canal (de regulă 3-4 agregate) şi pierderile de apă prin infiltraţie;

✓ adâncimea apei în canalele de aspersiune trebuie să asigure funcționarea normală a conductei de aspirație cu sorb plat, cu care este echipat agregatul de aspersiune.

14.5.7 Particularitățile tipului de amenajare cu canale de pământ pentru udarea prin submersiune

Caracteristica principală a amenajărilor pentru udarea prin submersiune (orezării) constă în realizarea unor parcele nivelate în plan orizontal și delimitate prin digulețe de pământ.

Inundarea parcelelor se realizează prin racordarea acestora la rețeaua de alimentare, iar golirea lor se face prin intermediul unei rețele de canale de evacuare.

Orezăria (fig. 14.22) poate avea în componență unul sau mai multe trupuri independente, delimitate de diverse obstacole (privaluri, canale de desecare, diguri de compartimentare, drumuri etc).

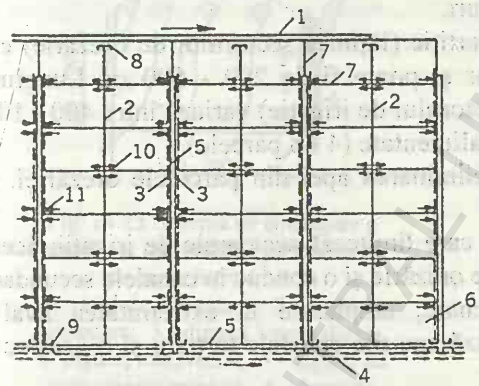


Fig. 14.22 Schema generală de amenajare a unei orezării
1 - CD_{II}; 2 - CDS (canal de repartiție); 3 - canal terțiar de evacuare; 4 - canal colector secundar; 5 - drum de exploatare; 6 - parcelă; 7 - digulețe de compartimentare; 8 - stăvilar; 9 - podeț; 10 - vanetă de alimentare; 11 - vanetă de evacuare

Trupul unei orezării cuprinde două sau mai multe sectoare de irigație denumite și tarlale.

Sectorul (*tarlaua*) de irigație are, în cazul orezăriilor, suprafața de 20 - 50 ha și este limitat de canalele rețelelor de alimentare și de evacuare.

Unitatea teritorială de bază a sectorului de irigații dintr-o orezărie este parcela inundabilă care, de regulă, are forma dreptunghiulară, cu lungimea de 150 - 200 m, lățimea de 80 - 200 m și aria suprafeței de 1 - 4 ha.

Parcela este limitată de digulețe din pământ longitudinale (de centură) și transversale (de separație a parcelelor). Digulețele longitudinale mărginesc laturile mici ale parcelei; ele separă, obișnuit, sectorul de irigații și sunt paralele cu canalele de alimentare și de evacuare. Digulețele transversale sunt amplasate pe laturile lungi ale parcelei, adică perpendicular pe direcția digulețelor longitudinale. În general, digulețele transversale sunt mai mici decât cele longitudinale, pentru a fi ușor traversate de mașinile agricole. Dimensiunile digulețelor variază în limitele:

înălţimea 0,3 - 0,5 m, lăţimea la coronament 0,3 - 0,5 m, taluzurile 1/1 (la cele longitudinale) şi 1/3 - 1/4 (la cele transversale).

Reţeaua de alimentare a orezăriei poate cuprinde următoarele tipuri de canale:

- ✓ canalul de aducţiune, care transportă apa de la sursă la terenul amenajat;
- ✓ canalele de distribuţie de ordinul I (CD_I), care alimentează, obişnuit, un trup de orezărie;
- ✓ canalele de distribuţie de ordinul II (CD_{II}), care deservesc mai multe sectoare de irigaţii;
- ✓ canale distribuitoare de sector (CDS) sau canalele de repartiţie, din care apa este distribuită parcelelor orezăriei.

Canalele reţelei de alimentare se construiesc "în rambleu" şi au panta de 0,3 - 1,5 ‰. Nivelul apei în canalele de repartiţie trebuie să fie superior cotelor parcelelor deservite, cu 25 - 35 cm, adică 10 - 20 cm peste nivelul de inundare al acestora.

De regulă, canalele de repartiţie se dimensionează pentru debite de 2 - 3 ori mai mari decât cele reieşite din calcule, pentru ca să se asigure, dacă este cazul, inundarea parcelelor într-un timp scurt.

Distanţa dintre canalele de repartiţie (lăţimea sectorului de orezărie) este egală cu dublul lungimii parcelelor şi poate fi de 200 - 500 m. Lungimea canalului de repartiţie (lungimea sectorului de irigaţie) variază între 400 - 1000 m, în funcţie de numărul parcelelor alimentate (4 - 8 parcele).

Reţeaua de evacuare asigură eliminarea apei din parcelele orezăriei. Se compune din:

- ✓ canalele terţiare de evacuare, care limitează sectoarele de irigaţii; aceste canale colectează apa din parcelele de orezărie şi o conduc în canalele secundare;
- ✓ canalele secundare de evacuare, amplasate la extremitatea aval a sectoarelor de orezărie; ele colectează apa din canalele terţiare şi o conduc în canalul principal de evacuare;
- ✓ canalul principal de evacuare colectează apa provenită din orezărie, o conduce şi o descarcă în emisar (gravitaţional sau prin pompare).

Reţeaua canalelor de evacuare se construieşte "în debleu" iar dimensionarea acesteia se face pentru debitul, reprezentând 30 - 40 % din debitul de alimentare.

Drumurile de exploatare dintr-o orezărie trebuie să asigure accesul la fiecare parcelă, să se execute "în rambleu" şi să fie mărginite de canale de evacuare, pentru a fi ferite de înmlăştinare (fig. 14.23).

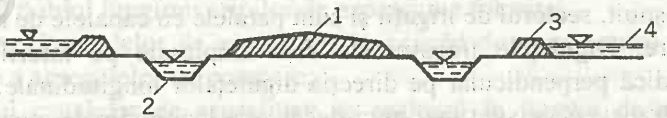


Fig. 14.23 Schema de amplasament al unui drum de exploatare
1 - drum; 2 - canal terţiar de evacuare; 3 - diguleţ longitudinal; 4 - nivelul apei în parcelă

BCU IAŞI

Când drumul trebuie construit în lungul unui canal de alimentare, se sapă o rigolă de izolare a drumului de rambleul canalului (fig. 14.24).

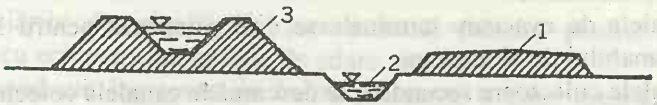


Fig. 14.24 Schema de amplasare a drumului lângă rambleul canalului de alimentare
1 - drum; 2 - rigolă; 3 - canal de alimentare

În funcție de importanța funcțională, drumurile de exploatare din orezării au lățimea de 3 - 6,5 m, înălțimea rambleului de 0,4 - 0,6 m şi taluzurile de 1/1. Între platforma drumului şi canalele laterale se asigură o bermă de 0,3 - 0,5 m.

Terenul pentru amenajarea unei orezării trebuie să aibă panta mai mică de 4 ‰, acceptându-se în mod excepțional suprafețe cu panta până la 8 ‰.

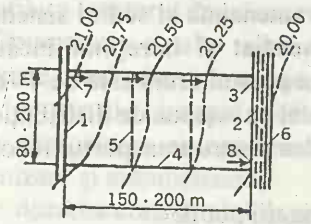


Fig. 14.25 Schemă de amenajare a parcelelor din orezărie pe terenurile cu panta între 4 - 8 ‰
1 - canal de alimentare; 2 - canal de evacuare; 3 - diguleț longitudinal; 4- diguleț transversal; 5 - diguleț de subcompartimentare; 6 - drum de exploatare; 7 - vanetă de alimentare; 8 - vanetă de evacuare

Pe terenurile cu panta mai mică de 1 ‰, parcelele pot fi orientate oricum față de curbele de nivel dar pe cele cu panta de 1 - 4 ‰, latura lungă a parcelelor trebuie să fie orientată în lungul curbelor de nivel, asigurând astfel un volum mai redus de terasamente la amenajare.

În cazul pantei mari (4 - 8 ‰), parcelele se compartimentează prin 1 - 3 digulețe (fig 14.25), realizând pentru fiecare subparcelă o cotă de nivelare diferită.

Volumul total de terasamente la amenajarea unei orezării variază între 500 - 1400 m^3/ha.

14.5.8 Rețeaua de colectare-evacuare şi de drumuri în sistemele de irigații

Rețeaua de colectare-evacuare asigură îndepărtarea de pe suprafața amenajată a apei în exces, provenită din precipitații, rămasă în canale după terminarea udărilor sau datorită producerii unor dereglări în funcționarea sistemului de irigații.

Rețeaua canalelor de evacuare se trasează pe cotele cele mai mici ale terenului irigat, asigurând pentru nivelul apei din fiecare canal de evacuare cota mai mică decât cota terenului, cu 15 - 20 cm.

Cele mai mici canale de evacuare se amplasează la capătul aval al CDS. Ele se numesc canale de evacuare terminale şi conduc apa în canalele colectoare secundare.

Canalele de evacuare terminale se dimensionează pentru 30 - 50 % din debitul canalului de alimentare.

Canalele colectoare secundare se descarcă în canalele colectoare principale iar acestea din urmă, în emisar.

În cazul terenurilor cu exces natural periodic de apă, trebuie să se realizeze mai întâi desecarea şi apoi să se execute sistemul de irigaţii, în dependenţă de reţeaua de desecare. Dacă este posibil, se adoptă utilizarea reversibilă a reţelei de desecare.

Reţeaua de drumuri din cuprinsul sistemului de irigaţii se amplasează în corelare cu proiectul de organizare a teritoriului.

Se disting: drumul principal şi drumurile de exploatare.

Drumul principal se trasează paralel cu canalul magistral (canalul principal de aducţiune) şi face legătura între suprafaţa amenajată şi sediul sistemului de irigaţii. Drumul principal trebuie astfel amenajat şi întreţinut încât să fie accesibil vehiculelor tot timpul anului; lăţimea acestui drum este de 4 - 6,5 m.

Drumurile de exploatare se trasează paralel cu reţeaua de distribuţie, astfel încât fiecare sector irigat să aibă asigurată calea pentru transportul recoltei. Au lăţimea de 3 - 5,5 m.

Drumurile de exploatare în sistemul de irigaţii pot fi:

- ✓ drumuri de solă (de sector de irigaţii), care se trasează pe una din laturile sectorului, obişnuit pe la capetele canalelor distribuitoare de sector, pentru evitarea traversărilor;
- ✓ drumuri secundare, care fac legătura între drumurile de solă şi cel principal, fiind trasate perpendicular pe primele, de-a lungul canalelor distribuitoare de ordinul I şi II.

În general, drumurile de exploatare se execută la nivelul terenului, cu bombament în partea centrală şi cu şanţuri laterale de scurgere.

La sistemele de irigaţii în care udările se aplică folosind agregate sau instalaţii mobile de aspersiune, drumurile de sola se trasează paralel cu CDS (canalele de aspersiune) pentru accesul agregatelor de pompare.

14.6 Tipul de amenajare cu conducte îngropate

Acest tip de amenajare este dominant în sistemele de irigaţii din ţara noastră şi se caracterizează printr-o reţea fixă de conducte amplasate sub suprafaţa terenului, în care apa circulă sub presiune. Legătura dintre conductele subterane, cu rol de transport - distribuţie şi echipamentul de udare (situat pe suprafaţa terenului) se realizează prin intermediul vanelor hidrant.

Metoda de udare specifică acestui tip de amenajare este aspersiunea dar, în anumite condiții, udările pot fi aplicate și prin scurgere la suprafață sau prin picurare.

Amenajările de irigații din țara noastră, folosite pentru udarea prin aspersiune cu echipamente mobile de udare, pot fi:

- ✓ cu conducte îngropate de înaltă presiune, la care presiunea necesară aspersării apei se realizează în echipamentul de udare, prin branșarea acestuia la hidranții antenelor;
- ✓ cu conducte îngropate de joasă presiune, la care presiunea în echipamentul de udare se obține prin funcționarea unor agregate de pompare branșate la hidranții antenelor și care refulează apa în conductele de udare;
- ✓ cu canale (jgheaburi), la care presiunea de lucru în conductele de udare se realizează cu agregatele de pompare (termice sau electrice), care aspiră apa din canal și o refulează, fie direct în echipamentul de udare, fie în antene monofilare (sectorul de udare ca sistem independent).

Comparativ cu alte tipuri de amenajare, sistemele de irigații cu conducte îngropate oferă câteva avantaje, între care cele mai importante sunt:

- ✓ scoate din circuitul productiv o suprafață mică de teren;
- ✓ exploatarea sistemului este ușoară, întrucât amenajarea se pretează la mecanizare și automatizare;
- ✓ dozarea consumului de apă se poate face cu precizie;
- ✓ pierderile de apă prin percolare sunt relativ mici, realizându-se un randament ridicat al sistemului;
- ✓ în condiții speciale, este posibilă amenajarea bivalentă, pentru udarea prin scurgere la suprafață și aspersiune etc.

Dezavantajele principale ale acestui tip de amenajare constau în valoarea ridicată a investiției specifice și consumul mare de energie în exploatare.

Amenajarea cu conducte îngropate are la bază o schemă hidrotehnică de principiu, în alcătuirea căreia pot intra următoarele elemente:

- ✓ stația de pompare de bază (SPB) ce asigură trecerea apei din sursă în canalul de aducțiune;
- ✓ canalul de aducțiune (CA) prin care se tranzitează debitul necesar, de la punctul de priză la locul de amplasament al stației de pompare de punere sub presiune;
- ✓ stația de pompare depunere sub presiune (SPP), care are rolul de a aspira apa din canalul de aducțiune (bazinul de aspirație) și a o refula sub presiune în rețeaua de conducte;
- ✓ conductele îngropate care, în funcție de ordinul lor de mărime, asigură transportul (ordinul I și ordinul II) și distribuția apei pe sectoarele de udare (conducte de ordinul III, numite și antene);

BCU "ION IONESCU DE LA BRAD" IAȘI LIBRARY

✓ vanele hidrant (hidranții), amplasate pe antene, și care permit cuplarea echipamentului de udare, obișnuit prin intermediul conductelor de legătură;

✓ echipamentul mobil de udare, compus din conducte de udare (aripi de udare sau de aspersiune) și aspersoare;

✓ dispozitive și accesorii.

În unele cazuri, din schema hidrotehnică pot lipsi unele componente, ca de exemplu (SPB) și (CA), în care caz, preluarea din sursă și trimiterea apei sub presiune în conducte sunt realizate de (SPP), amplasată direct la sursă.

Indiferent de complexitatea schemei hidrotehnice, (SPP) și rețeaua de conducte îngropate trebuie astfel amplasate încât să fie satisfăcute, pe cât posibil, următoarele cerințe:

✓ realizarea de trasee cât mai scurte pentru conductele de transport;

✓ valorificarea condițiilor orografice pentru un amplasament avantajos al (SPP);

✓ antenele să poată funcționa bilateral;

✓ traseele antenelor să fie paralele cu limitele obligate (drumuri, căi ferate, limite de folosință ș. a.);

✓ sectorul de irigare să se încadreze în normele de organizare a teritoriului;

✓ o antenă să poată fi folosită de cât mai mulți beneficiari (mai multe ferme), iar ferma sa fie deservită de cât mai multe antene alimentate de la aceeași conductă secundară;

✓ solele asolamentului irigat să aibă lungimea cât mai mare iar lățimea acestora să fie egală cu lungimea antenelor sau cu dublul acestui parametru, dacă sola este amplasată de o parte și de alta a unei conducte secundare;

✓ solele asolamentului irigat să fie limitate de drumuri care servesc, atât exploatării hidroameliorative cât și exploatării agricole.

14.6.1 Scheme de principiu ale amenajărilor cu conducte îngropate

Amenajările cu conducte îngropate se pot realiza după trei scheme de principiu: schema ramificată, schema inelară și schema mixtă (fig. 14.26).

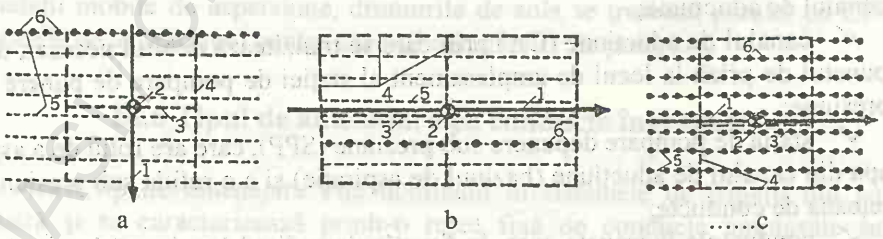


Fig. 14.26 Scheme de principiu ale amenajărilor cu conducte îngropate
a - ramificată; b - inelară; c - mixtă
1 - CD; 2 - SPP; 3 - conductă principală; 4 - rețea inelară (de transport); 5 - antene; 6 - hidranți

Schema ramificată, cea mai răspândită în amenajările cu conducte îngropate, este economică deoarece implică cea mai redusă lungime de conductă îngropată pe unitatea de suprafață amenajată. Are dezavantajul că favorizează depunerea materialului fin aluvionar la extremitățile aval ale antenelor și în plus, defectarea unei conducte scoate din funcție întreaga ramificație deservită.

Schema inelară se caracterizează prin aceea că rețeaua conductelor se leagă la extremități sub forma unor inele, încât hidranții de pe antene primesc din două părți debitul necesar. Datorită acestui fapt, se asigură presiunea mai uniformă la hidranți iar întreruperile pe anumite secțiuni - din diverse motive - nu impun scoaterea din funcție a întregii rețele, existând posibilitatea alimentării celorlalte secțiuni din celălalt sens. Schema inelară este mai costisitoare decât schema ramificată.

Schema mixtă are conductele principale și secundare legate inelar iar antenele dispuse ramificat. Prezintă siguranță și ușurință în exploatare însă, ca și schema inelară, implică investiții mari.

Schemele inelară și mixtă se folosesc în amenajările pentru irigații numai în cazuri rare, impuse de condiții speciale.

14.6.2 Scheme de amenajare cu conducte îngropate, în funcție de poziția sursei de apă și orografia terenului

Având în vedere poziția sursei de apă și orografia terenului, se pot realiza diverse scheme de amenajare cu conducte îngropate. După *Cazacu E.* și colab. (1982), se deosebesc următoarele cazuri:

✓ când (SPP) poate fi amplasată direct la sursă (râu, canal, apă freatică) și amenajarea se realizează pe un teren plan-orizontal cu mici diferențe de nivel ($\Delta h < 10$ m) poate fi adoptată schema din figura 14.27 a; dacă terenul prezintă o înclinare uniformă, care nu determină diferențe de presiune în aripile de udare mai mari de 10 - 15 %, amenajarea se realizează cu antene inegale, mai scurte înspre zona înaltă (fig. 14.27 b);

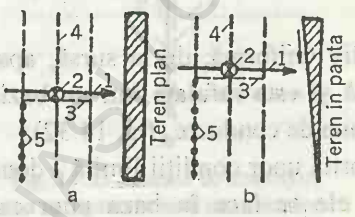


Fig. 14.27 Schemă de amenajare cu poziția sursei centrală și teren orizontal (a) sau cu pantă mică (b)

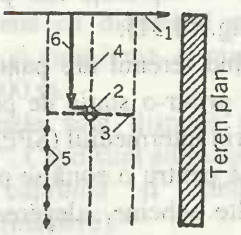


Fig. 14.28 Schemă de amenajare pe teren orizontal cu canal de aducțiune de la sursă

✓ când apa este adusă de la sursă printr-un canal de aducțiune și (SPP) se amplasează în centrul suprafeței amenajate, terenul fiind plan-orizontal sau cu o ușoară înclinare, este potrivită schema din figura 14.28;

✓ când (SPP) - amplasată direct la sursă - asigurând presiunea necesară funcționării sistemului în rețeaua de conducte, care se află pe teren cu o ușoară contrapantă pe direcția antenelor ($\Delta h < 10$ m), se aplică schema din figura 14.29;

✓ când (SPP) se amplasează direct la sursă și terenul amenajat se află în contrapantă cu diferența mare de nivel, apa poate fi refulată în rețea creând în zona învecinată (A) presiunea pentru udarea prin aspersiune și în zona extremă (B), presiunea mai joasă, pentru udarea prin scurgere la suprafață (fig. 14.30); dacă se impune udarea prin aspersiune și în zona (B), se amenajează noi trepte de pompare, alcătuite din stații fixe electrice sau din agregate termice staționare, amplasate spre partea frontală a antenelor;

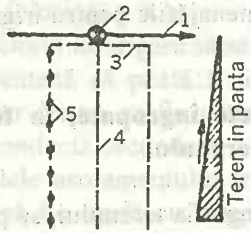


Fig. 14.29 Schemă de amenajare cu SPP amplasată la sursă și teren în contrapantă mică

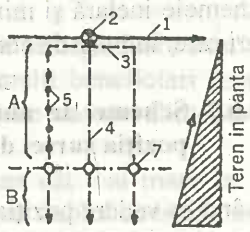


Fig. 14.30 Schemă de amenajare pe teren cu contrapantă mare și SPP lângă sursa de apă

✓ când terenul este cu relieful „în coamă" având panta mare iar la sursa de apă se amplasează stația de pompare de bază care refulează apa pe cote dominante - de unde presiunea de funcționare a rețelei de conducte se realizează datorită pantei - zona de mică presiune (B) se poate iriga prin scurgere la suprafață sau prin aspersiune, intervenind cu stații de pompare locale (fig. 14.31);

✓ când terenul are panta mare și relativ uniformă, de la sursă, apa este preluată printr-o stație de pompare de bază și este refulată într-un bazin, de unde - prin intermediul (SPP) - trece în rețeaua de conducte (fig. 14.32);

Dacă pentru o zonă se pot aplica - datorită unor condiții limită - două sau mai multe scheme, alegerea uneia dintre ele se face în baza unor calcule tehnico-economice comparative, avându-se în vedere investițiile și cheltuielile de exploatare.

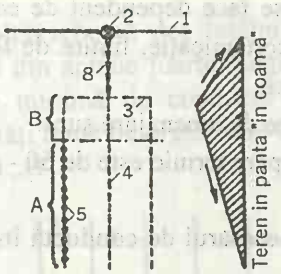


Fig. 14.31 Schema de amenajare pe teren „cu coamă" şi SPP amplasată lângă sursa de apă

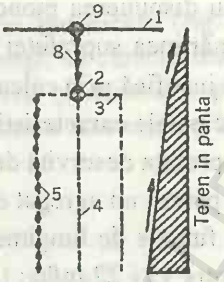


Fig. 14.32 Schema de amenajare pe teren în contrapantă, cu SPB şi SPP

Notă. Semnificaţia simbolurilor din figurile 14.26 - 14.31 este următoarea: 1 - sursă de apă; 2 - staţie de pompare de punere sub presiune (SPP); 3 - conductă principală; 4 - antene; 5 - hidranţi; 6 - canal de aducţiune; 7 - staţii de repompare; 8 - conductă de refulare; 9 - staţie de pompare de bază (SPB); A - zonă de înaltă presiune; B - zonă de presiune joasă.

14.6.3 Tipuri de scheme de amenajare cu conducte îngropate pentru irigaţii

Poziţia şi natura sursei de apă, extinderea amenajării, configuraţia şi caracteristicile terenului, limitele obligate, valoarea investiţiei, metoda de udare, tipul agregatelor de pompare şi al instalaţiilor de udare etc determină adoptarea diferitelor scheme de amenajare.

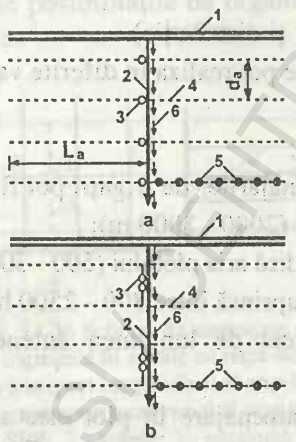


Fig. 14.33 Scheme de amenajare cu agregate termice sau electrice a - antene monofilare; b - antene în formă de „H" 1 - CD; 2 - CDS; 3 - agregat de pompare; 4 - antene; 5 - hidranţi; 6 - linie de alimentare cu energie electrică (LEA)

Scheme monofilare de amenajare cu agregate termice şi electrice (fig. 14.33). Aceste scheme de amenajare au în componenţă:

- ✓ canale din pământ căptuşite sau necăptuşite, amplasate la 2 - 6 km distanţă;
- ✓ agregate de pompare termice sau electrice;
- ✓ antene cu diametrul maxim de 350 mm şi lungimea cuprinsă între 1000 - 3000 m.

Antenele sunt dispuse monofilar sau în „H". Când sunt amplasate în „H" schema cuprinde şi conducte de transport (inactive).

Adoptarea unei scheme cu antene şi aripi de udare mai lungi sau mai

scurte, cu dispunerea monofilară sau în „H", se face dependent de condițiile locale (mărimea suprafeței amenajate, căi de comunicație, limite de folosințe etc) și se justifică prin calcule tehnico-economice.

Principalele caracteristici ale acestor scheme de amenajare sunt:

✓ suprafața deservită de un agregat de pompare termic este de 50 - 60 ha și de 95 ha pentru un agregat electric;

✓ în funcție de lungimea aripii de udare, necesarul de conductă îngropată variază între 15 - 22 m/ha;

✓ suprafața scoasă din circuitul productiv reprezintă circa 0,6 %;

✓ investiția specifică de amenajare este mai redusă cu 30 - 40 % față de varianta cu stație de pompare de punere sub presiune;

✓ cheltuielile de exploatare privitoare la energie sunt de aproximativ 3 ori mai mici folosind agregatele electrice în locul celor termice.

Scheme de amenajare în plot. Prin plot se înțelege suprafața de teren deservită de o stație de punere sub presiune.

Schemele de amenajare în plot se aplică în condițiile inexistenței unei rețele de desecare și cuprind următoarele componente:

✓ canale din pământ, amplasate la distanțe de 2 - 6 km, în funcție de lungimea antenelor;

✓ SPP acționate electric, cu înălțimea de pompare de circa 70 mCA și debitul de 500 - 3000 l/s;

✓ rețea de conducte îngropate (de transport și distribuție).

Principial, schemele de amenajare în plot se pot realiza în diferite variante, condiționate de:

✓ lungimea aripilor de udare (200 - 400 m);

✓ lungimea antenelor, care în practica amenajărilor de irigații pot fi scurte (500 - 800 m), mijlocii (1000 - 1500 m) și lungi (2000 - 3000 m);

✓ mărimea suprafeței deservite de o (SPP), adică aria plotului (500 - 3000 ha); pentru condițiile țării noastre aria optimă este cuprinsă între 800 - 2500 ha;

✓ dispunerea rețelei de transport indiferent de lungimea antenelor și aripilor de udare.

Una dintre cele mai folosite scheme de amenajare în plot este *schema intens ramificată* (fig. 14.34), care cuprinde antene medii - lungi și aripi scurte; pe unitatea de suprafață, schema implică lungime medie-mare de conducte îngropate, dispozitive și accesorii numeroase pe rețea dar oferă condiții favorabile de organizare a terenului agricol.

O altă schemă des întâlnită este schema puțin ramificată (fig. 14.35), alcătuită din antene foarte lungi și aripi de udare lungi; se caracterizează prin lungime minimă de conducte îngropate, dispozitive și accesorii puține și posibilități bune de organizare a teritoriului; se folosesc amenajarea în „H" și în dublu „H".

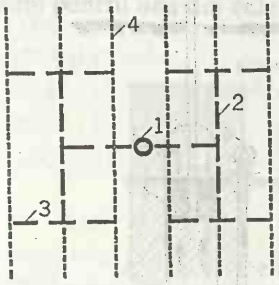


Fig. 14.34 Schema de amenajare cu rețea de conducte intens ramificată
1 - SPP; 2, 3 - conducte de transport; 4 - antene

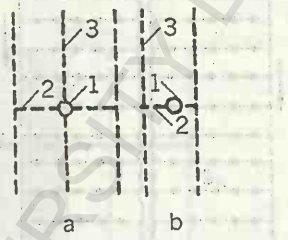


Fig. 14.35 Schema puțin ramificată
a - dublu „H"; b - în formă de „H"
1 - SPP; 2 - conductă de transport; 3 - antene

Alte scheme, cum sunt *schema în „X"* și *schema radială*, se caracterizează prin lungime mică de conductă îngropată pe unitatea de suprafață și printr-o repartiție uniformă a presiunii la hidranți însă, prezintă mari dificultăți în ce privește posibilitățile de organizare a teritoriului, din care cauză sunt mai rar folosite.

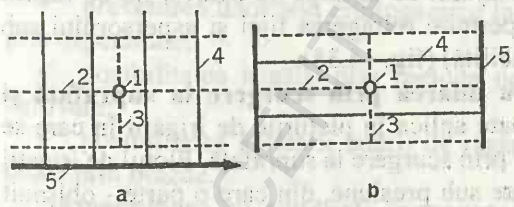


Fig. 14.36 Scheme de amenajare cu conducte îngropate în zonele cu rețea de desecare
a - transport longitudinal al aripilor de udare; b - transport transversal al aripilor de udare
1 - SPP; 2 - antene; 3 - conductă de transport; 4 - rețea terțiară de desecare; 5 - colector de desecare

Schema de amenajare cu rețea de desecare existentă. Pe terenurile cu rețea de desecare, amenajarea rețelei de conducte îngropate pentru irigații se subordonează amplasamentelor canalelor de desecare și modului de deplasare a aripilor de udare.

Dacă se prevede deplasarea longitudinală a aripilor de udare, schema de amenajare cu conducte se dispune perpendicular pe rețeaua de desecare (fig. 14.36 a); pentru deplasarea transversală folosind aripi instalate pe roți, rețeaua de conducte se amplasează paralel cu canalele de desecare (fig. 14.36 b).

Schema de amenajare cu rețea fixă (fig. 14.37). La această schemă de amenajare, aspersoarele din sectorul de irigații sunt alimentate direct din rețeaua de conducte îngropate care, în general este din mase plastice.

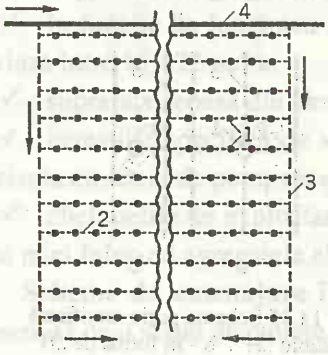


Fig. 14.37 Schema de amenajare cu rețea de conducte fixă
1 - aspersoare; 2 - conductă îngropată (aripă) care alimentează aspersoarele; 3 - antenă; 4 - conductă de transport

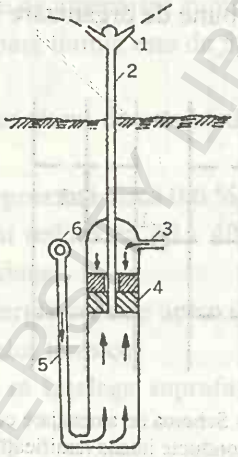


Fig. 14.38 Schița de principiu a unui dispozitiv cu tijă anfonsabilă
1 - aspersor; 2 - tija telescopului; 3 - conductă pentru anfonsarea tijei telescopice; 4 - piston; 5 - conductă de alimentare în vederea ridicării tijei telescopice și funcționării aspersorului; 6 - aripa de udare

Racordarea aspersoarelor se poate realiza, fie cu racord obișnuit la suprafața terenului (asemănător cuplajului de la aripa de udare), fie cu racord telescopic de tip anfonsabil (care permite retragerea tijei și aspersorului sub suprafața terenului la adâncimea stabilită) (fig. 14.38).

Amenajarea bivalentă pentru udarea prin scurgere la suprafață și aspersiune. Această variantă se poate aplica în ploturile de irigații în care se poate uda atât prin aspersiune cât și prin scurgere la suprafață. Plotul de irigații se amenajează cu conducte îngropate sub presiune, din care o parte - obișnuit jumătate - urmează să funcționeze pentru udarea prin scurgere la suprafață iar cealaltă pentru udarea prin aspersiune. Stația de pompare poate fi realizată în una din următoarele variante:

- ✓ agregate de pompare distincte pentru aspersiune și pentru udarea prin scurgere la suprafață;
- ✓ agregate de pompare care funcționează independent pentru udarea prin scurgere la suprafață ($H_m \approx 36$ mCA) și „în serie" pentru aspersiune ($H_m \approx 72$ mCA);
- ✓ agregate de pompare cu electromotoare care au două turații.

Necesarul de echipamente mobile de udare se stabileşte în funcţie de ponderea prestabilită pentru fiecare metodă de udare.

Amenajarea bivalentă se realizează relativ convenabil când SPP este amplasată central (fig. 14.39 a) şi cu investiţie mai mare când acesta este dispusă excentric (fig. 14.39 b).

Debitul necesar se transportă prin două conducte. Trecerea debitului în consum pentru una din cele două metode se face prin „joc de vane".

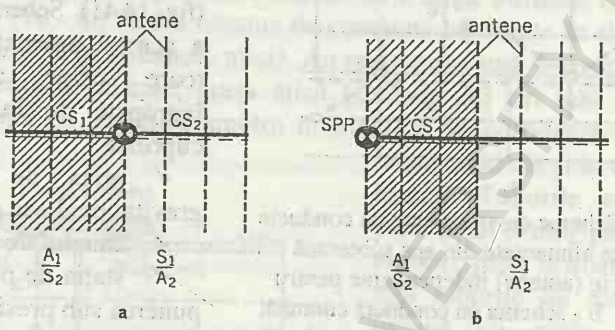


Fig. 14.39 Schemă de amenajare bivalentă
a - SPP central; b - SPP excentric
A_1, S_1 - udare prin aspersiune sau scurgere la suprafaţă în primul an;
A_2, S_2 - udare prin aspersiune sau scurgere la suprafaţă în al doilea an;
SPP - staţie de punere sub presiune; CS - conductă secundară

Deşi implică o investiţie specifică mai mare decât amenajarea standard, schema bivalentă prezintă o serie de avantaje care o fac competitivă:

- ✓ consum redus de energie electrică în exploatare;
- ✓ prevenirea unor boli criptogamice favorizate de udarea întregii suprafeţe prin aspersiune;
- ✓ posibilitatea irigării prin metoda de udare preferată de tehnologia de cultivare;
- ✓ posibilitatea aplicării udării de răsărire şi pe suprafeţele prevăzute a fi udate prin brazde.

Amenajarea cu conducte îngropate sub presiune alimentate din apa freatică. În albiile majore ale râurilor unde nivelul freatic se află la adâncime relativ mică (până la 8 - 10 m), apa se poate capta cu ajutorul unor puţuri cu diametrul de 350 - 400 mm, forate la 25 - 50 m adâncime şi amplasate în şiruri continui, la distanţe variabile, în aşa fel încât să se poată realiza debite constante.

Reţeaua de conducte îngropate a amenajării (fig. 14.40) este formată numai din antene, revenind, în medie, 15 - 18 m conductă îngropată la hectar.

Pomparea apei din puţuri se face cu pompe submersibile acţionate electric şi având debitul de 15 - 25 l/s. Echipamentul hidrodinamic se instalează la 5 - 6 m sub nivelul apei subterane.

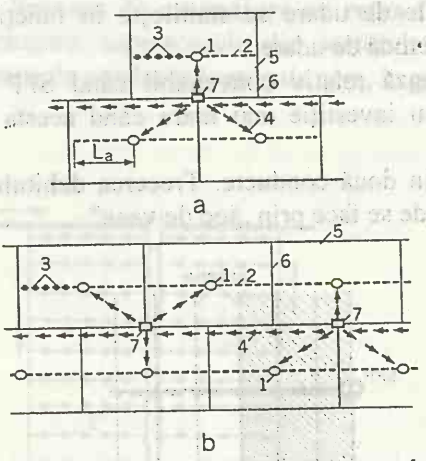


Fig. 14.40 Scheme de amenajare cu conducte îngropate alimentate din apa subterană
a - conducte (antene) independente pentru fiecare puț; b - schema cu conductă comună; 1 - puț cu agregat de pompare; 2 - conductă (antenă); 3 - hidranți; 4 - L.E.A.; 5 - sector de irigații aferent unui puț; 6 - limită de sector de irigații; 7 - post de transformare a energiei electrice

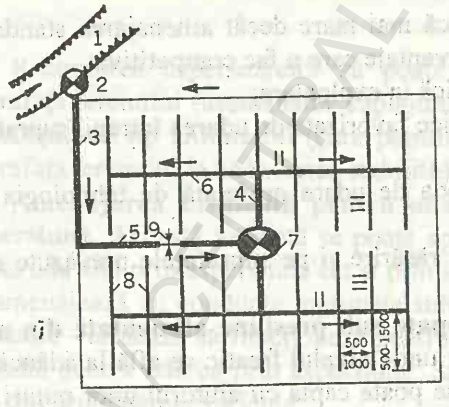


Fig. 14.41 Schemă de amenajare cu conducte îngropate de joasă presiune
1 - sursă; 2 - stația de pompare de bază (SPB); 3, 5 - canal de aducțiune; 4, 6, 8 - conducte îngropate de joasă presiune (de ordinele I, II și III); 7 - stație de pompare de punere sub presiune (SPP); 9 - construcții hidrotehnice pe canalul de aducțiune

Dacă un puț forat la 30 - 40 m adâncime are debitul de 20 l/s, poate asigura apa pentru suprafața de circa 30 ha, la un hidromodul de udare $q = 0{,}67$ l/s·ha.

Amenajarea cu conducte îngropate de joasă presiune (fig. 14.41). Schema hidrotehnică a acestei amenajări, asemănătoare celor cu conducte îngropate de înaltă presiune, cuprinde:

- ✓ priza de apă de tip gravitațional sau prin pompare;
- ✓ canalul de aducțiune;
- ✓ stația de pompare pentru punerea sub presiune (SPP);
- ✓ rețeaua de conducte de transport și distribuție.

SPP realizează presiuni de 10 - 25 mCA și deservește o suprafață de 500 - 1000 ha. Este preferabilă poziția centrală a (SPP) în cadrul suprafeței deservite.

Antenele au lungimea de 500 - 1500 m și sunt prevăzute cu hidranți la care presiunea este sub 10 mCA.

14.6.4 Conducte folosite în amenajările pentru irigații

În irigații, conductele pentru transportul și distribuția apei se realizează din tuburi de diferite materiale ca: azbociment, beton armat centrifugat și pretensionat sau precomprimat, oțel, aluminiu, mase plastice.

Tuburile din azbociment se fabrică din azbest mineral şi ciment Portland, cu diametrul nominal (interior) de 100, 125, 150, 200, 250, 300 şi 350 mm. Pentru diametrul mic (100 - 150 mm), tuburile se fabrică cu lungimea de 5 m iar pentru diametrul mai mare de 150 mm, cu lungimea de 5 şi 6 m.

Tuburile de azbociment se fabrică în două tipuri: *tipul A 12* care se încearcă la presiunea de 120 mCA şi este prevăzut să funcţioneze la presiunea de regim de 60 mCA şi *tipul A 20* care funcţionează la presiunea de 100 mCA.

Datorită calităţilor lor, tuburile AZBO au o largă utilizare în amenajările pentru irigaţii (70 - 80 % din reţeaua de conducte îngropate în sistemele mari de irigaţii şi 100 % în sistemele mici). Au rezistenţa bună la tracţiune, izolaţia electrică şi termică ridicate, masa mică (sunt de 2,5 ori mai uşoare decât tuburile din oţel cu acelaşi diametru nominal) şi se corodează greu, atât în mediu acid cât şi în cel cu reacţie bazică. Tuburile cu diametrul până la 200 mm pot fi montate manual; până la diametrul de 300 mm tuburile de azbociment se îmbină cu mufe din acelaşi material iar cele cu diametrul de 350 mm cu mufe de legătură din fontă, cu flanşe şi cuplaje de tip Gibault. În ambele cazuri etanşarea se face cu garnituri inelare de cauciuc (fig. 14.42). Piesele de legătură (reducţii, ramificaţii, cruci, coturi) sunt din fontă.

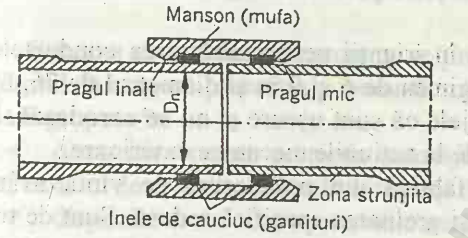


Fig. 14.42 Îmbinarea tuburilor din azbociment

Folosirea tuburilor din azbociment pe terenuri macroporice, sensibile la înmuiere, trebuie însoţită de măsurile corespunzătoare de combatere a excesului de apă. De asemenea, în porţiunile de traseu care traversează căi importante de circulaţie, conductele trebuie protejate.

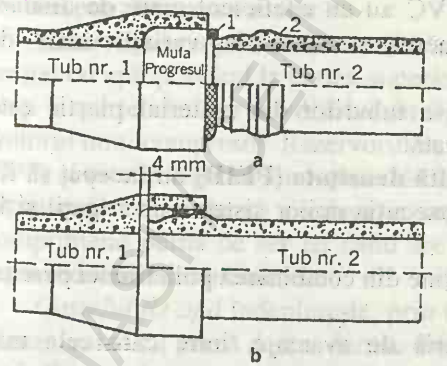


Fig. 14.43 Îmbinarea tuburilor din beton armat precomprimat a - înainte de montare; b - după montare 1 - inel de cauciuc; 2 - profil

Tuburile din beton armat precomprimat (tuburile PREMO) se realizează dintr-o armătură longitudinală pretensionată între două inele de capăt, prevăzute cu dornuri de înfăşurare, armătură care se înglobează într-un miez cilindric de beton centrifugat.

Tuburile PREMO se fabrică cu diametrul de 400, 600, 800 şi 1000 mm, lungimea de 5000 mm şi cu rezistenţa la presiune până la 100 mCA.

Conductele alcătuite din tuburi PREMO se folosesc în amenajările de irigaţii pentru tranzitarea debitelor mari. Ele sunt rezistente la eforturi de compresiune, sunt durabile şi uşor de întreţinut. Îmbinarea tuburilor se realizează cu mufe şi etanşarea cu inele din cauciuc (fig. 14.43).

Tuburile din beton armat precomprimat nu trebuie folosite în terenuri alunecătoare, mâloase, de umplutură şi reclamă o atenţie deosebită la manipulare, fiind sensibile la acţiunile mecanice exterioare.

Tuburile din oţel se folosesc în amenajările pentru irigaţii mai rar şi anume atunci când nu pot fi utilizate tuburile din alte materiale. Au rezistenţa mare la eforturi de încovoiere şi la presiune dar, prezintă dezavantajele că sunt scumpe, grele şi se corodează uşor. Se livrează cu lungimea de 6 - 12 m şi diametrul cuprins între 60 - 820 mm.

Tuburile din aluminiu servesc în irigaţii pentru alcătuirea conductelor (aripilor) de udare. Se fabrică cu lungimea de 6 şi 9 m şi diametrul de 76, 89, 101, 127 şi 150 mm. Prezintă avantajele că sunt uşoare şi nu se corodează. În schimb, sunt scumpe şi foarte sensibile la acţiunile mecanice exterioare.

Tuburile din PVC rigid. Se fabrică din policlorură de vinil, având rezistenţa mecanică şi chimică bune şi greutatea specifică redusă. Sunt de trei tipuri:

- ✓ tipul uşor (U) pentru presiunea nominală de 25 mCA;
- ✓ tipul mediu (M) pentru presiunea nominală de 60 mCA;
- ✓ tipul greu (G) pentru presiunea nominală de 100 mCA.

Diametrul nominal al tuburilor din PVC variază între 10 şi 280 mm iar lungimea poate fi de 4 m pentru tipurile (U) şi (M) şi de 6 m pentru tipul (G). La cerere se fabrică şi tuburi cu lungimea de 12 m.

Datorită faptului că tuburile din PVC au un coeficient mare de dilatare (0,08 mm/°C) trebuie evitată expunerea acestora la variaţii mari de temperatură.

Cea mai largă utilizare în irigaţii a tuburilor din material plastic este caracteristică metodelor de udare localizată.

Conductele din polietilenă de înaltă densitate (PEID) au început să fie folosite în irigaţii în ultima vreme, la execuţia noilor sisteme de irigaţii şi la modernizarea celor existente.

Polietilena de înaltă densitate se obţine din combinarea polietilenei pure cu negru de fum 2 %.

Tuburile din PEID prezintă o serie de avantaje, între care cele mai importante sunt:

- ✓ durată de funcţionare de minimum 50 de ani, dacă se respectă presiunea de lucru recomandată;

✓ îmbinarea tuburilor pentru realizarea conductelor se face rapid şi la un cost cu circa 30 % mai mic decât în cazul conductelor de oţel;

✓ prezintă rezistenţă mecanică bună chiar şi la temperatura sub 0 °C;

✓ sunt rezistente la abraziune şi insensibile la coroziunea electrochimică;

✓ se fabrică într-o gamă mare de diametre şi pentru presiunea de funcţionare de până la 200 mCA.

Conductele cu diametrul mai mic de 110 mm se livrează anrulate, cu lungimea de 50 sau 100 m. Pentru valori mai mari ale diametrului se livrează sub formă de tronsoane cu lungimea de 12 m.

Îmbinarea conductelor din polietilenă de înaltă densitate se realizează prin sudură cap la cap cu ajutorul unor instalaţi speciale.

14.6.5 Instalaţii şi accesorii pe reţeaua de conducte îngropate

Reţeaua de conducte îngropate se prevede cu instalaţii şi dispozitive care au rolul să asigure protecţia şi buna funcţionare a amenajării. Aceste elemente pot fi grupate în:

✓ dispozitive pentru protecţia amenajării de irigaţii (rezervorul cu pernă de aer, castelul de apă, dispozitivele antişoc şi dispozitivele de aerisire - dezaerisire);

✓ dispozitive de secţionare, alimentare şi golire (vane de linie, vane de capăt, vane hidrant şi vane de golire);

✓ dispozitive pentru regularizarea presiunii şi a debitului şi pentru măsurarea volumului de apă livrat;

✓ construcţii anexe pe reţeaua de conducte (cămine şi masive de ancoraj).

Dispozitivele pentru protecţia amenajării de irigaţii preîntâmpină degradarea reţelei de conducte, datorită variaţiilor bruşce de presiune şi debit generate de oprirea accidentală a pompelor sau de manevrarea necorespunzătoare a vanelor.

Rezervorul cu pernă de aer (*hidroforul*) este un recipient închis, umplut parţial cu apă şi având la partea superioară o pernă (saltea de aer). Deoarece în timp o parte din aer se dizolvă în apă, acesta se completează periodic cu ajutorul unui compresor. Rezervorul cu pernă de aer se montează în vecinătatea (SPP) şi este în legătură cu reţeaua de conducte îngropate sub presiune. Când în reţeaua de conducte se produce o suprapresiune, apa pătrunde în rezervor, comprimând perna de aer iar când are loc depresia, apa trece din rezervor în reţea reducând subpresiunea.

Castelul de apă îndeplineşte, prin înălţimea coloanei de apă, acelaşi rol ca şi rezervorul cu pernă de aer dar, se foloseşte numai pentru staţiile de pompare cu înălţimea de pompare mică, până la 25 - 30 mCA.

Dispozitivul antişoc sau de preluare a suprapresiunilor are menirea de a preveni spargerea conductelor din cauza suprapresiunilor bruşce, provocate de

închiderea vanelor sau de variația vitezei apei („lovitura de berbec"). În principiu, un dispozitiv antișoc se compune dintr-un resort care presează o placă din oțel inoxidabil ce apasă etanș un orificiu de pe conductă. La presiunea superioară celei admise, resortul cedează, placa se îndepărtează de orificiu și astfel se echilibrează presiunea în conductă.

Dispozitivele antișoc se montează în cămine de beton pe traseele conductelor secundare, la distanța de 2,0 - 2,5 km, la stațiile de pompare de punere sub presiune (dacă acestea nu sunt prevăzute cu rezervor cu pernă de aer), în amonte de vanele al căror diametru depășește 600 mm, la schimbarea materialului de construcție a conductelor (de exemplu, trecerea de la PREMO la azbociment).

Dispozitivele de aerisire-dezaerisire au rolul, pe de o parte, de a introduce aer în conducte în scopul prevenirii turtirii acestora din cauza fenomenului de vacuumare, ce se produce uneori datorită mișcării apei și, pe de altă parte, de a permite evacuarea aerului pătruns în conducte prin manevrarea vanelor, aer care în anumite condiții poate obtura secțiunea conductei, creând suprapresiune.

Dispozitivele de aerisire-dezaerisire se instalează pe conducte grupat, uneori în cămine de beton, și în punctele cu cota cea mai mare de pe traseu.

Dispozitivele de secționare, alimentare și golire a rețelei de conducte includ vanele cu ajutorul cărora, se asigură funcționarea sau nefuncționarea unor conducte sau tronsoane de conducte și golirea rețelei.

Vanele sunt armături care se montează pe conducte și cu ajutorul cărora se poate închide sau deschide (parțial sau total) secțiunea de curgere în conductă, în vederea reglării debitului de alimentare sau de golire. Vanele se deosebesc în funcție de poziție, caracteristici constructive și rol funcțional.

Vanele de capăt se instalează la extremitatea amonte a conductelor și la ramificații.

Vanele de linie se amplasează pe traseele conductelor de transport, la distanța de 1 - 2 km una de alta; obișnuit, aceste vane se mențin în poziția „deschis", ele închizându-se numai atunci când în aval sunt necesare diverse intervenții pentru remedieri.

Vanele hidrant (hidranții) au poziția echidistanțată (în cele mai multe cazuri, la 72 m) pe conductele de distribuție (antene), asigurând legătura hidraulică între rețeaua subterană de conducte și echipamentul mobil de udare. După poziția de amplasare pe antenă se disting: hidranți axiali, hidranți laterali și hidranți de capăt.

Vanele de golire servesc pentru evacuarea apei din conducte, fie la sfârșitul perioadei de vegetație, fie în caz de avarii. Se montează pe traseele conductelor, în punctele cu cota cea mai mică. Vanele de golire sau de descărcare asigură evacuarea apei gravitațional în emisari (naturali sau canale de desecare) sau în cămine, de unde apa este preluată prin pompare.

Dispozitivele pentru reglarea presiunii şi a debitului (*regulatorul de presiune* şi *limitatorul de debit*) se montează la capătul antenei (în borna de irigaţie) sau al aripii de udare, asigurând reglarea presiunii într-un interval stabilit (de exemplu 25 - 45 mCA) şi respectiv, limitarea livrării cantităţii de apă contractate.

Contorul montat, de asemenea, în borna de irigaţie, evidenţiază volumul de apă livrat.

Construcţiile anexe de pe reţeaua de conducte au rolul de a proteja dispozitivele speciale menţionate (*căminele*) sau de a preveni deplasarea conductelor datorită solicitărilor create de presiunea apei (*masivele de ancoraj*).

Căminele sunt din beton şi, de regulă, de formă cilindrică, fiind prevăzute cu capac la extremitatea superioară.

Masivele de ancoraj sunt legături care fixează conductele în punctele de schimbare a direcţiei, la nodurile de distribuţie, în locurile de amplasare a vanelor, la reducţii etc.

14.6.6 Dimensionarea hidraulică a sistemului de irigaţii cu conducte îngropate sub presiune

Schema hidrotehnică a sistemelor cu conducte îngropate, sub presiune, pentru udarea prin aspersiune se adoptă în varianta care, în funcţie de condiţiile concrete naturale şi social-economice, asigură realizarea economică a amenajării şi randamentul cât mai bun în exploatarea instalaţiilor.

Indiferent de schema hidrotehnică de amenajare, prin proiectare trebuie să se precizeze elementele necesare trasării schemei hidrotehnice, să se determine debitul şi să se stabilească presiunea necesară, atât pe reţeaua de conducte cât şi la staţia de punere sub presiune (SPP).

Stabilirea elementelor necesare trasării schemei hidrotehnice. Pentru trasarea schemei hidrotehnice a amenajării trebuie stabilite: tipul de aspersor* cu care va fi echipată instalaţia de aspersiune, lungimea aripii de aspersiune, timpul de funcţionare a aripii într-o poziţie, numărul de poziţii de funcţionare zilnică a unei aripi de udare, numărul de poziţii de funcţionare a aripii de aspersiune la aplicarea unei udări, distanţa dintre două antene, mărimea sectorului de irigaţii, lungimea antenei aferente şi numărul de aripi de udare care pot fi alimentate simultan de antenă.

Alegerea tipului de aspersor se face având în vedere, în principal, intensitatea orară (i_h) a acestuia şi viteza de infiltraţie a apei în sol. Se alege acel tip de aspersor care, în cadrul schemei de lucru ($d_1 \times d_2$ - în care: (d_1) este distanţa între aspersoare pe aripă iar (d_2) depărtarea între poziţiile succesive ale

* Piesă componentă a echipamentului de udare prin aspersiune, care ejectează masa de apă ce se află sub presiune în conducta de udare şi o împrăştie pe o suprafaţă limitată, sub forma picăturilor de ploaie.

aripei, ambele exprimate în metri), realizează pluviometria orară mai mică dar, cât mai apropiată de viteza de infiltrație.

În proiectare, se consideră pentru viteza de infiltrație a apei în sol, valorile: 6 mm/oră pentru solurile argiloase, 10 mm/oră pentru solurile lutoase, 12 mm/oră pentru solurile luto-nisipoase și 15 mm/oră în cazul solurile nisipo-lutoase.

Principalele tipuri de aspersoare de construcție românească sunt: ASJ-1-M, ASM-1 și ASM-2-M. Caracteristicile tehnice ale acestor aspersoare sunt prezentate în tabelele 14.8; 14.9 și 14.10.

Odată cu alegerea tipului de aspersor și a schemei de funcționare se extrag din tabelele 14.8; 14.9 și 14.10 și valorile numerice pentru: diametrul duzei la care aspersorul realizează pluviometria orară corespunzătoare vitezei de infiltrație a apei în solul de pe suprafața care se amenajează pentru irigații, presiunea de funcționare, debitul și diametrul de stropire ale aspersorului.

Tabelul 14.8

Caracteristicile tehnice ale aspersorului ASJ-1-M

Diametrul duzei ϕ (mm)	Presiunea de funcționare P (kgf/cm^2)	Debitul Q (m^3/h)	Diametrul de stropire D (m)	Intensitatea orară (i_h), în mm/h, calculată pentru schemele de udare ($d_1 \times d_2$)				
				12×12	12×18	18×18	18×24	24×24
5	2,5	1,45	30,2	10,1	6,7	4,5	3,4	2,5
	3,0	1,59	31,0	11,0	7,4	4,9	3,7	2,7
	3,5	1,72	31,6	11,9	8,0	5,3	4,0	3,0
	4,0	1,84	32,4	12,8	8,5	5,7	4,3	3,2
	4,5	1,95	33,0	13,5	9,0	6,0	4,5	3,4
6	2,5	2,02	30,8	14,0	9,4	6,2	4,7	3,5
	3,0	2,21	31,6	15,3	10,2	6,8	5,1	3,8
	3,5	2,39	32,2	16,6	11,1	7,4	5,5	4,1
	4,0	2,56	32,8	17,7	11,9	7,9	5,9	4,4
	4,5	2,71	33,4	18,8	12,1	8,4	6,3	4,5
7	2,5	2,61	33,0	18,1	12,5	8,1	6,0	4,7
	3,0	2,85	34,0	19,7	13,2	8,8	6,6	4,9
	3,5	3,08	35,0	21,4	14,2	9,5	7,1	5,3
	4,0	3,29	36,0	22,8	15,2	10,2	7,6	5,7
	4,5	3,49	37,0	24,2	16,1	10,8	8,1	6,1
7,5	2,5	3,24	34,0	22,5	15,0	10,0	7,5	5,6
	3,0	3,55	35,0	24,6	16,4	11,0	8,2	6,2
	3,5	3,83	36,0	26,6	17,7	11,8	8,9	6,6
	4,0	4,10	37,0	28,5	19,0	12,7	9,5	7,1
	4,5	4,35	38,0	30,2	20,1	13,4	10,1	7,6

Observație: schemele neîncadrate nu se recomandă a fi utilizate

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 14.9

Caracteristicile tehnice ale aspersorului ASM-1

Diametrul duzei ϕ (mm)	Presiunea de funcționare P (kgf/cm²)	Debitul Q (m³/h)	Diametrul de stropire D (m)	Intensitatea orară (i_h), în mm/h, calculată pentru schemele de udare ($d_1 \times d_2$)				
				18×18	18×24	24×24	24×30	30×30
8,5	2,5	4,14	35,0	12,8	9,6	7,2	5,7	4,6
	3,0	4,25	36,0	13,9	10,5	7,8	6,3	5,0
	3,5	4,90	37,0	15,1	11,3	8,5	6,8	5,4
	4,0	5,20	38,0	16,0	12,0	9,0	7,2	5,8
	4,5	5,54	39,0	17,1	12,8	9,6	7,7	6,1
10,0	2,5	5,60	38,0	17,3	12,9	9,7	7,8	6,2
	3,0	6,13	39,0	18,9	14,2	10,6	8,5	6,8
	3,5	6,64	40,0	20,5	15,4	11,5	9,2	7,4
	4,0	7,10	41,0	21,9	16,4	12,3	9,8	7,9
	4,5	7,56	42,0	23,3	17,5	13,1	10,5	8,4
11,5	3,0	8,10	41,0	25,0	18,7	14,1	11,2	9,0
	3,5	8,73	43,0	26,9	20,2	15,1	12,1	9,7
	4,0	9,36	44,0	28,9	21,7	16,2	13,0	10,4
	4,5	9,91	45,0	30,6	22,9	17,2	13,7	11,0

Observație: schemele neîncadrate nu se recomandă a fi utilizate

Tabelul 14.10

Caracteristicile tehnice ale aspersorului ASM-2-M

Diametrul duzei ϕ (mm)	Presiunea de funcționare P (kgf/cm²)	Debitul Q (m³/h)	Intensitatea orară (i_h), în mm/h, calculată pentru schemele de udare ($d_1 \times d_2$)		
			24×30	30×30	30×36
11+6,3	4,0	12,4	17,4	13,9	11,6
	4,5	13,2	18,4	14,7	12,3
	5,0	14,0	19,5	15,6	12,9
13+6,3	4,0	15,5	21,6	17,2	14,4
	4,5	16,4	23,0	18,3	15,3
	5,0	17,4	24,2	19,4	16,1
14,5+6,3	4,0	17,9	24,8	19,9	16,6
	4,5	19,0	26,4	21,2	17,6
	5,0	19,8	27,5	22,0	18,3

Schema de udare aleasă trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

✓ indicele de eficiență hidraulică a aspersorului $\beta = R/H$, adică raportul între raza de stropire (R), în metri și presiunea (H) de funcționare (în mCA) ale aspersorului să aibă valori cuprinse între 0,5÷0,6;

✓ coeficientul de pulverizare (K_p) să fie cuprins între 0,2÷0,5. $K_p = \Phi / H$, în care (Φ) este diametrul duzei aspersorului în mm.

Lungimea constructivă (l_c) *a aripei de aspersiune* se calculează în funcție de numărul de aspersoare (n_a) care funcționează simultan pe conductă și distanța dintre ele (d_1). Astfel:

$$l_c = (n_a - 1)\, d_1 \tag{14.23}$$

Numărul de aspersoare pe aripa de udare variază între 10÷20 dacă aspersoarele funcționează simultan și între 14÷28 dacă funcționarea acestora este alternă.

Numărul de aspersoare se stabilește prin încercări întrucât lungimea constructivă a aripei de aspersiune trebuie subordonată criteriului *Christiansen*, conform căruia, pierderea de sarcină hidrodinamică între primul și ultimul aspersor nu trebuie să depășească 20 %. Prin urmare, presiunea (H_1) de funcționare a primului aspersor trebuie să fie mai mare cu 20 % față de presiunea (H_n) de funcționare a ultimului aspersor de pe aripă, sau:

$$H_1 = 1{,}2 \cdot H_n \tag{14.24}$$

Pierderea de sarcină admisibilă (h_a) pe lungimea aripei de udare trebuie să fie:

$$h_a = 0{,}2 \cdot H_n \tag{14.25}$$

Pierderea de sarcină efectivă pe aripa de aspersiune (h_{e_1}), împreună cu pierderea de pe conducta de legătură (h_{e_2}) trebuie să satisfacă relația:

$$h_{e_1} + h_{e_2} \le h_a \tag{14.26}$$

în care, (h_{e_1});(h_{e_2}) și (h_a) se exprimă în mCA.

Pierderea de sarcină efectivă pe aripa de aspersiune (h_{e_1}) se poate calcula cu formula:

$$h_{e_1} = \frac{8 \cdot Q_a^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^4} \left(\lambda \frac{l_c}{D} \cdot \frac{2 \cdot n_a - 1}{6 \cdot n_a} - 2 \right) \tag{14.27}$$

în care:

h_{e_1} - este pierderea de sarcină efectivă pe aripa de aspersiune, în mCA;

$Q_a = n_a \cdot Q_{asp}$ - debitul aripei de aspersiune, în m^3/s;

$Q_{asp} = \mu \cdot \omega \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$ - sau se extrage din tabelele 14.8, 14.9, 14.10, în m^3/s;

g - accelerația gravitației (9,81 m/s^2);

D - diametrul conductei de aspersiune, în m;

λ - coeficientul de rezistență longitudinală global (în calcule se poate considera λ = 0,038);

$l_c = (n_a - 1)\, d_1$ - lungimea constructivă a aripei de aspersiune, în m;

n_a - numărul de aspersoare de pe aripa de udare;

d_1 - distanța între aspersoare pe conducta de udare, în m.

BCUIASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pierderea de sarcină efectivă (h_{e_2}) pe conducta de legătură (l_o), de la hidrant la primul aspersor, se calculează cu relaţia:

$$h_{e_2} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot l_o \cdot Q_a^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \qquad (14.28)$$

Lungimea conductei de legătură este, pentru distanţa între hidranţi de 72 m şi $d_2 = 18$ m, de 30 m iar pentru $d_2 = 24$ m, de 24 m.

Pentru aceeaşi distanţă între hidranţi (72 m) şi $d_2 = 30$ m, sau $d_2 = 36$ m, lungimea conductei ajutătoare, în situaţia cea mai nefavorabilă, este de 36 m şi respectiv, de 18 m.

Lungimea constructivă a aripei de aspersiune şi numărul de aspersoare se stabilesc astfel încât să fie satisfăcută relaţia (14.26).

Lungimea udată (l_u) de aripa de aspersiune este mai mare decât lungimea constructivă a aripei (l_c) cu jumătatea distanţei dintre aspersoare. Astfel,

$$l_u = l_c + \frac{d_1}{2} \qquad (14.29)$$

Timpul de funcţionare a aripei de aspersiune într-o poziţie (t_f) se calculează cu relaţia:

$$t_f = \frac{m}{10 \cdot i_h} \qquad (14.30)$$

în care:

t_f este timpul de funcţionare a aripei de aspersiune într-o poziţie, necesar aplicării normei de udare, în ore;

m - norma de udare, în m^3/ha;

i_h - pluviometria orară realizată în schema de udare adoptată, în mm/oră.

Numărul de poziţii de funcţionare zilnică a unei aripi de aspersiune (N_1) rezultă din raportul:

$$N_1 = \frac{24}{t_f + t_g + t_z + t_m} \qquad (14.31)$$

în care:

t_g este timpul de golire a aripei de aspersiune, în ore;

t_z - timpul de zvântare a terenului în zona stropită, în ore;

t_m - timpul de mutare a aripei în poziţia următoare de funcţionare, în ore ($t_g + t_z + t_m$ se poate considera de 2÷3 ore dacă mutarea aripei se poate face manual şi de 1÷2 ore când mutarea se face mecanizat).

Numărul poziţiilor de funcţionare a aripei de aspersiune pentru aplicarea normei de udare pe întreaga solă cultivată (N_2) rezultă din produsul între numărul poziţiilor de funcţionare zilnică a aripei de aspersiune(N_1) şi numărul (T) de zile cât durează aplicarea normei de udare (timpul de revenire):

$$N_2 = N_1 \cdot T \qquad (14.32)$$

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Distanța între antene (d_A) este dublul lungimii udate (l_u) de aripa de aspersiune, în metri:

$$d_A = 2 \cdot l_u \tag{14.33}$$

Lungimea tronsonului de antenă care deservește o aripă de aspersiune la aplicarea unei udări (L_{TA}) se calculează cu formula:

$$L_{TA} = \frac{N_2 \cdot d_2}{2} \tag{14.34}$$

în care:

d_2 reprezintă depărtarea dintre pozițiile succesive ale unei aripi de aspersiune, în m.

Suprafața (s_{TA}), în hectare, *aferentă tronsonului de antenă care deservește o aripă de aspersiune la aplicarea unei norme de udare* este:

$$s_{TA} = \frac{2 \cdot L_{TA} \cdot l_u}{10^4} \tag{14.35}$$

Sectorul de irigații - în cazul amenajărilor cu conducte îngropate pentru udarea prin aspersiune - este suprafața de teren amenajat aferentă unei antene și pentru culturile de câmp poate avea aria de 60÷100 ha.

Numărul de aripi de aspersiune care pot funcționa simultan pe antenă (N_3) se determină efectuând raportul dintre aria sectorului de irigații (S) și aria aferentă tronsonului de antenă care deservește o aripă de aspersiune (s_{TA}), încât:

$$N_3 = \frac{S}{s_{TA}} \tag{14.36}$$

Rezultă, în general, 3÷6 aripi cu funcționare simultană pe antenă.

Lungimea antenei (L_A) este, în acest caz, produsul între lungimea tronsonului de antenă care deservește o aripă de aspersiune (L_{TA}) și numărul (N_3) de aripi care funcționează simultan pe antenă.

Determinarea debitului pe conducte și la SPP. Calculul debitului se face începând cu conductele de ordin inferior, până la (SPP).

Debitul aripei de aspersiune (Q_a) este produsul dintre numărul aspersoarelor (n_a) de pe aripă și debitul unui aspersor (Q_{asp}):

$$Q_a = n_a \cdot Q_{asp} \tag{14.37}$$

în care:

Q_a este debitul aripei de aspersiune, în l/s;

n_a - numărul aspersoarelor care funcționează simultan pe aripă;

$Q_{asp} = \mu \cdot \omega \sqrt{2 \cdot g \cdot H_1}$ - debitul aspersorului, în l/s; se poate extrage din tabelele 14.8; 14.9; 14.10 în funcție de presiunea (H_1) și diametrul duzei și se transformă din m^3/ha, în l/s;

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

μ - coeficient de debit (0,85÷0,90);

$\omega = 0{,}785 \cdot D^2$ - aria duzei aspersorului, în dm^2;

D - diametrul duzei aspersorului, în dm;

$g = 98{,}1$ - acceleraţia gravitaţiei, în dm/s^2;

H_1 - presiunea de funcţionare a primului aspersor, în dmCA.

Debitul antenei (Q_A) se calculează, din considerente de ordin economic, pe tronsoane pe care funcţionează simultan câte 2÷3 aripi de aspersiune. Debitul primului tronson din capătul amonte al antenei este chiar debitul total al antenei:

$$Q_A = Q_{TR_I} = \frac{1}{\eta_r} \cdot N_3 \cdot Q_a \qquad (14.38)$$

în care:

Q_{TR_I} este debitul primului tronson al antenei, respectiv debitul antenei (Q_A), în l/s;

η_r - randamentul reţelei de conducte (0,95÷0,98);

N_3 - numărul de aripi de aspersiune care funcţionează simultan pe antenă;

Q_a - debitul unei aripi de aspersiune, în l/s.

Dacă, de exemplu, se proiectează antena alcătuită din trei tronsoane:

$$Q_{TR_{II}} = Q_{TR_I} - \frac{N_3}{3} \cdot Q_A \qquad (14.39)$$

şi

$$Q_{TR_{III}} = Q_{TR_{II}} - \frac{N_3}{3} \cdot Q_A \qquad (14.40)$$

în care:

$Q_{TR_{II}}$, $Q_{TR_{III}}$ sunt debitele tronsoanelor al II-lea şi al III-lea ale antenei, în l/s.

Debitul conductei de ordinul al II-lea (Q_{II}) rezultă efectuând produsul dintre debitul antenei (Q_A), numărul de antene (N_A) alimentate de conducta secundară şi randamentul reţelei (0,95÷0,98):

$$Q_{II} = N_A \cdot Q_A \cdot \frac{1}{\eta_r} \qquad (14.41)$$

Numărul antenelor (N_A) derivate dintr-o conductă secundară este cuprins între 2÷6.

Debitul conductei de ordinul I este:

$$Q_I = N_{II} \cdot Q_{II} \cdot \frac{1}{\eta_r} \qquad (14.42)$$

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

în care:

Q_I este debitul conductei de ordinul I, l/s;
N_{II} - numărul conductelor de ordinul II (2÷4);
Q_{II} - debitul unei conducte de ordinul II, în l/s;
η_r - randamentul rețelei (0,95÷0,98).

Debitul (*SPP*) se calculează cu relația:

$$Q_{SPP} = N_I \cdot Q_I \tag{14.43}$$

în care:

Q_{SPP} este debitul stației de pompare de punere sub presiune, în l/s;
N_I - numărul conductelor de ordinul I, deservite (1÷2).

Debitul pe care trebuie să îl asigure sursa (Q_s) este egal cu produsul dintre coeficientul de forțare ($\delta = 1{,}1$) și debitul stației de punere sub presiune (Q_{SPP});

$$Q_s = \delta \cdot Q_{SPP} \tag{14.44}$$

Calculul presiunii pe conducte și la (SPP). Calculul presiunii se efectuează în ipoteza asigurării presiunii de regim la fiecare aspersor în funcțiune.

S-a arătat anterior cum se determină pierderile de sarcină pe aripa de aspersiune și pe conducta de legătură, precizându-se că pierderile de sarcină efective trebuie să fie cel mult egale cu pierderile admisibile.

Presiunea necesară la hidrant se poate calcula cu relația:

$$H_h = H_1 + h_{e_1} + h_{e_2} + h_{c+asp} \tag{14.45}$$

în care:

H_h este presiunea necesară la un hidrant de pe antenă, în mCA;
H_1 - presiunea de regim a primului aspersor, în mCA;
h_{e_1} - pierderea efectivă de sarcină pe aripa de aspersiune, în mCA;
h_{e_2} - pierderea efectivă de sarcină pe conducta ajutătoare, în mCA;
h_{c+asp} - pierderea de sarcină pe traseul conductă-aspersor, în mCA (fig. 14.44 și fig. 14.45).

Presiunea necesară pe antenă (H_A) se determină pe tronsoane, așa cum s-a procedat la calculul debitelor.

Pentru simplificarea calculului pierderilor de sarcină pe antenă se recomandă folosirea nomogramelor (fig. 14.46 și fig. 12.12) cu ajutorul cărora se poate preciza și diametrul conductei în condițiile circulației apei cu viteza cuprinsă între 0,5÷4,0 m/s.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

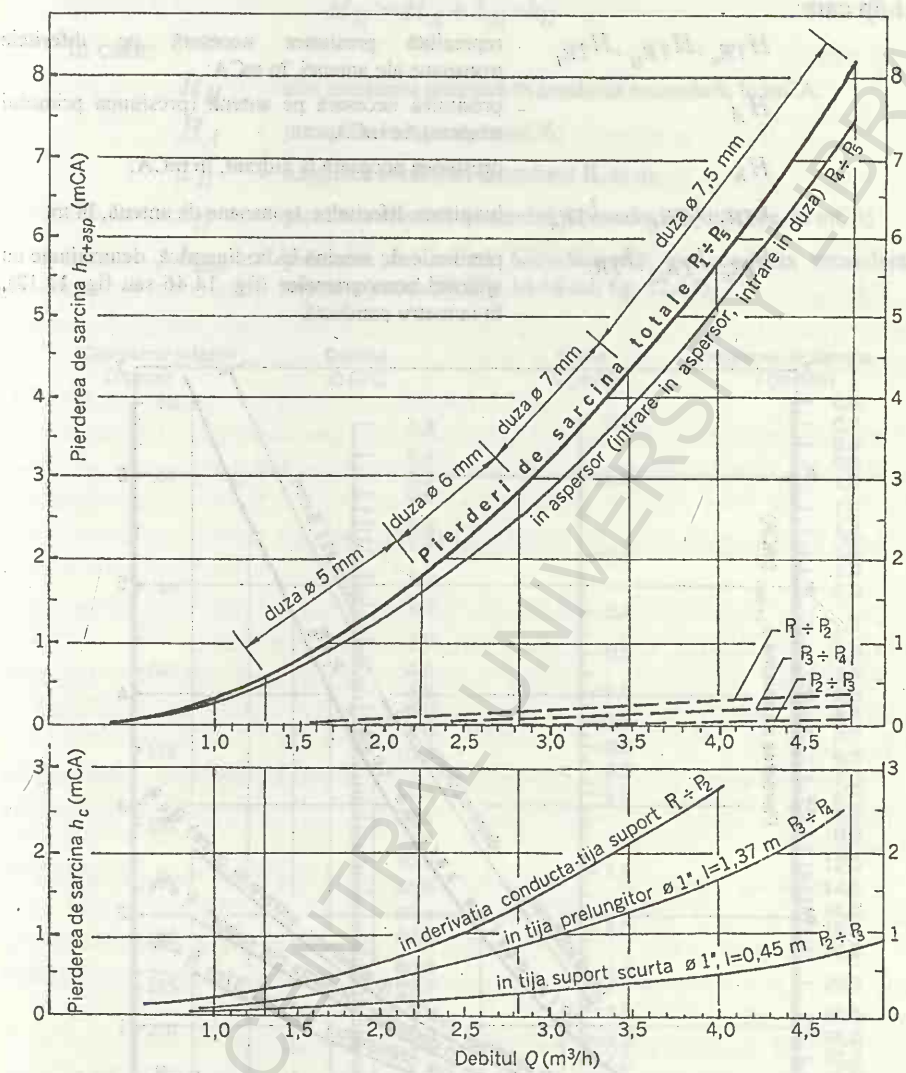


Fig. 14.44 Pierderea de sarcină hidrodinamică (conductă-aspersor) la ASJ-1-M

$$\begin{aligned} H_{TR_n} &= H_h + L_{TR_n} \cdot h_{TR_n} \\ &\vdots \\ H_{TR_{II}} &= H_{TR_{III}} + L_{TR_{II}} \cdot h_{TR_{II}} \\ H_A &= H_{TR_I} = H_{TR_{II}} + L_{TR_I} \cdot h_{TR_I} \end{aligned} \tag{14.46}$$

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

în care:

$H_{TR_n}, H_{TR_{II}}, H_{TR_I}$	reprezintă presiunea necesară pe diferitele tronsoane ale antenei, în mCA;
H_A	- presiunea necesară pe antenă (presiunea primului tronson), în mCA;
H_h	- presiunea necesară la hidrant, în mCA;
$L_{TR_I}, L_{TR_{II}}, \ldots L_{TR_n}$	- lungimea diferitelor tronsoane de antenă, în m;
$h_{TR_n}, h_{TR_{II}}, h_{TR_I}$	- pierderile de sarcină hidrodinamică, determinate cu ajutorul nomogramelor (fig. 14.46 sau fig. 12.12), în m/metru conductă.

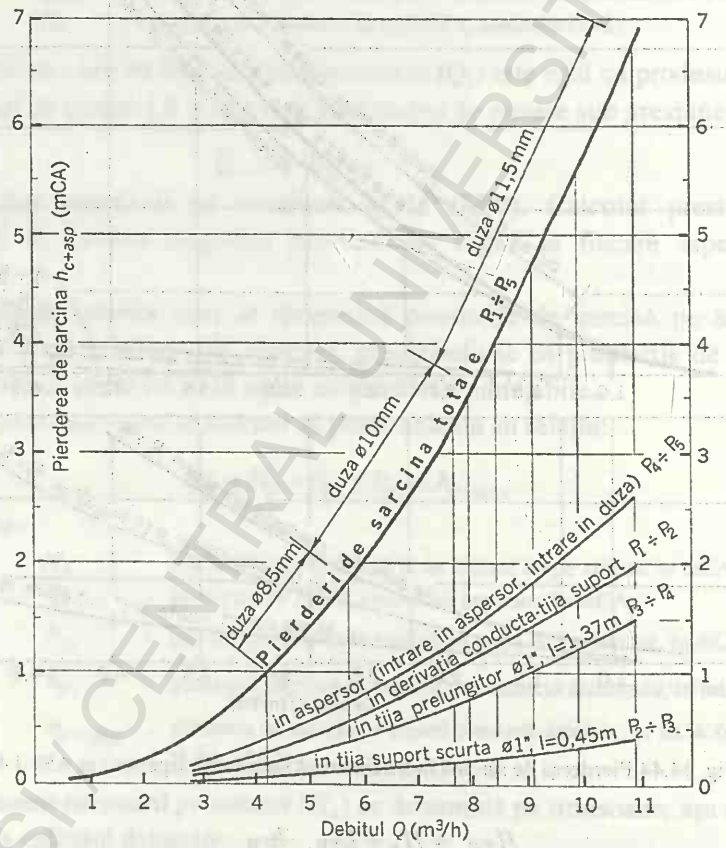


Fig. 14.45 Pierderi de sarcină hidrodinamică (conductă-aspersor) la ASM-1

Presiunea la capătul amonte al conductei de ordinul II este dependentă de presiunea necesară pe primul tronson al antenei, lungimea conductei de ordinul II şi pierderea de sarcină hidrodinamică în această conductă:

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$H_{II} = H_A + L_{II} \cdot h_{II} \qquad (14.47)$$

în care:

H_{II} este presiunea necesară în conducta secundară, în mCA;

H_A - presiunea în antenă, în mCA;

L_{II} - lungimea conductei de ordinul II, în m;

h_{II} - pierderea efectivă de sarcină pe conducta ajutătoare, în mCA;

h_{asp} - pierderea de sarcină hidrodinamică, pe conducta secundară, în m/metru conductă (fig. 14.46 sau fig. 12.12).

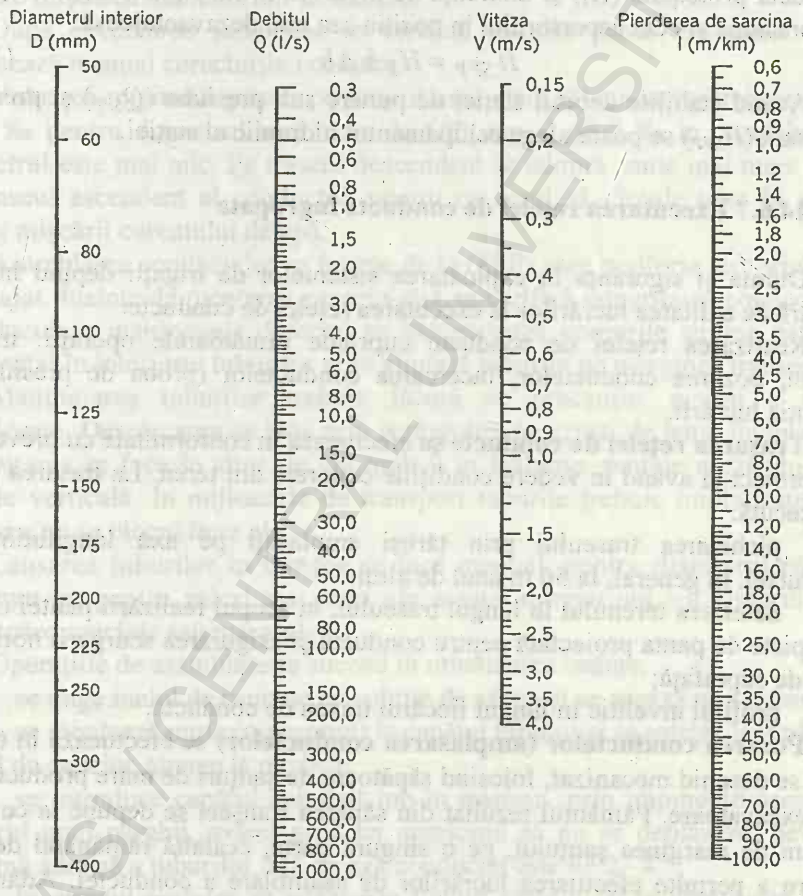


Fig. 14.46 Nomogramă pentru calculul hidraulic al conductelor din azbociment

Presiunea la capătul amonte al conductei principale (*de ordinul I*) se calculează cu formula:

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$H_I = H_{II} + L_I \cdot h_I \qquad (14.48)$$

în care:

H_I - este presiunea la capătul amonte al conductei de ordinul I, în mCA;

H_{II} - presiunea în conducta secundară, în mCA;

L_I - lungimea conductei de ordinul I, în m;

h_I - pierderea de sarcină hidrodinamică în conducta de ordinul I, în m/m lungime de conductă (fig. 14.46 sau fig. 12.22).

Presiunea la SPP (H_{SPP}) se determină considerând presiunea necesară în conducta principală (H_I) şi diferenţa de nivel (Δh) între cota staţiei de punere sub presiune şi cota aspersorului în poziţia cea mai dezavantajoasă:

$$H_{SPP} = H_I \pm \Delta h \qquad (14.49)$$

Având stabilite debitul staţiei de punere sub presiune (Q_{SPP}) şi presiunea necesară (H_{SPP}) se poate alege echipamentul hidraulic al staţiei.

14.6.7 Executarea reţelei de conducte îngropate

Durata şi siguranţa în exploatarea sistemelor de irigaţii depind în mare măsură de calitatea lucrărilor la executarea reţelei de conducte.

Realizarea reţelei de conducte cuprinde următoarele operaţii: trasarea reţelei, pozarea conductelor, încercarea conductelor (proba de presiune) şi recepţia lucrării.

Trasarea reţelei de conducte se efectuează în conformitate cu prevederile din proiect şi având în vedere condiţiile concrete din teren. La trasarea reţelei se execută:

- ✓ pichetarea traseului prin ţăruşi amplasaţi pe axa longitudinală a conductei, în general, la 50 m unul de altul;
- ✓ netezirea terenului în lungul traseului, în scopul realizării pantei cât mai apropiate de panta proiectată pentru conductă şi asigurarea scurgerii normale a apei de suprafaţă;
- ✓ profilul nivelitic în lungul fiecărui traseu de conductă.

Pozarea conductelor (amplasarea conductelor) se efectuează în tranşee care se deschid mecanizat, folosind săpătoare de şanţuri de mare productivitate sau excavatoare. Pământul rezultat din săparea tranşeei se depune la cel puţin 50 cm de marginea şanţului, pe o singură parte, cealaltă rămânând degajată pentru a permite efectuarea lucrărilor de asamblare a conductei. Adâncimea şanţurilor trebuie să asigure cel puţin 60 cm sub suprafaţa terenului la generatoare superioară a conductei - în cazul când nu se circulă pe traseul de amplasament - şi cel puţin 120 cm, când traseul conductei este supus circulaţiei cu vehicule.

BCU IAŞI - BIBLIOTECA UNIVERSITARĂ

Pentru condiţiile de îngheţ din ţara noastră, adâncimea de pozare se poate stabili cu relaţia:

$$H_{min} = 1 + D_{ext} + h \qquad (14.50)$$

în care:

H_{min} este adâncimea minimă de pozare, în m;
D_{ext} - diametrul exterior al conductei ce se pozează, în m;
h - grosimea stratului de nisip aşezat sub conductă, în m.

Lăţimea şanţului depinde de diametrul conductei care se pozează şi trebuie sa fie mai mare decât diametrul exterior al acesteia cu circa 50 cm, pentru a permite mişcarea muncitorilor în tranşee.

După executarea şanţurilor se verifică valorile pantei tranşeelor şi se efectuează manual corecturile necesare.

Valoarea minimă a pantei pe traseul ascendent al conductei trebuie să fie de 1 ‰ pentru diametrul mai mare de 600 mm şi de 2 ‰ în cazul în care diametrul este mai mic. Pe traseul descendent se adoptă panta mai mare decât pe traseul ascendent al conductei, pentru ca aerul să circule uşor în sensul invers mişcării curentului de apă.

Asamblarea conductelor se începe de la (SPP) spre periferia teritoriului de amenajat. Înainte de montarea propriu-zisă se verifică integritatea conductelor, se înlocuiesc manşoanele defecte, se îndepărtează corpurile străine pătrunse accidental în interiorul tuburilor şi se aliniază tuburile pe marginea tranşeei.

Manipularea tuburilor trebuie făcută cu precauţie, pentru a nu fi deteriorate. Descărcarea se face prin rostogolire pe grinzi de lemn înclinate iar depozitarea se face în stive de cel mult 2 m înălţime, mufele aşezându-se în poziţie verticală. În mijloacele de transport tuburile trebuie imobilizate bine pentru a nu se ciocni între ele.

Lansarea tuburilor în tranşee se face manual, pentru diametrul până la 200 mm iar pentru valori mai mari ale acestei dimensiuni, cu ajutorul unor lansatoare speciale sau macarale.

Operaţiile de asamblare se succed în următoarea ordine:

- ✓ se unge inelul de cauciuc cu soluţie de săpun şi se aşează pe şanfren*;
- ✓ se montează mufa (manşonul) la capătul tubului şi se roteşte lent până ce inelul de cauciuc ajunge la piedică;
- ✓ se introduce capătul celuilalt tub în manşon, prin împingere uşoară cu ajutorul unei pârghii, având grijă ca manşonul să nu se deplaseze; devierea maximă admisă a tuburilor faţă de axa conductei este de 2 - 4 °;
- ✓ în dreptul mufelor se adânceşte fundul şanţului şi se căptuşeşte cu un strat de nisip, în aşa fel încât conducta sa fie în contact cu fundul tranşeei pe toată lungimea.

---

* Teşitura oblică de la extremitatea tubului.

✓ după îmbinarea tuburilor, conducta se acoperă cu un strat de pământ de 30 cm, care se compactează cu maiul de mână; acoperirea cu pământ nu se face în dreptul îmbinărilor, pentru a putea observa comportarea conductei la proba de presiune.

În prezent, există tehnologii moderne de pozare a conductelor de PEID, fără săparea tranşeelor. În cadrul acţiunii de reabilitare (modernizare) a sistemelor de irigaţii existente, prin aceste tehnologii se pot înlocui cu uşurinţă conductele din azbociment degradate, cu conducte din PEID, de asemenea, fără a fi necesară săparea tranşeelor.

Încercarea conductelor (proba de presiune) este lucrarea ce se execută după asamblare şi constă în verificarea modului în care a fost realizată pozarea conductelor şi a comportării acestora la presiunea hidraulică. În această etapă, înlăturarea eventualelor defecţiuni se face de constructor, cu cheltuieli mai mici, comparativ cu intervenţiile ulterioare, după darea în funcţiune a sistemului.

Încercarea propriu-zisă este precedată de următoarele operaţii:

✓ acoperirea conductei cu pământ, în strat de aproximativ 30 cm, pe porţiunile dintre îmbinări;

✓ umplerea cu apă a conductei, cu 24 - 48 ore înainte de proba propriu-zisă dacă este fabricată din azbociment şi cu 10 zile înainte, dacă este conductă PREMO.

Conducta se consideră umplută cu apă din momentul în care prin ventilele de aerisire nu mai ies bule de aer; după acest moment se închid ventilele de aerisire şi racordul de umplere.

Proba la presiunea hidraulică a conductelor din azbociment se efectuează în două etape: încercarea parţială sau proba pe tronsoane (în regim static) şi încercarea generală (în regim dinamic); încercarea conductelor se efectuează la temperatura mai mare de 5 °C.

Presiunea de încercare la conductele din azbociment şi oţel este de două ori mai mare decât presiunea de regim, când aceasta este sub 50 mCA şi de 1,5 ori mai mare - dar cel puţin 100 mCA - pentru presiunea de regim ce depăşeşte 50 mCA. Se precizează că proba de presiune la conductele din oţel şi PEID poate fi făcută şi cu aer.

Proba parţială de presiune se efectuează la conductele de transport (ordinul I şi II) din azbociment pe tronsoane de 500 - 1000 m iar antenele se încearcă pe toată lungimea lor. Tronsoanele de conductă se încearcă fără să aibă montate armăturile - cu extremităţile obturate cu capace metalice speciale - prevăzute cu racorduri şi robinete pentru închiderea şi deschiderea circuitelor de alimentare cu apă şi cu manometre având diviziuni de 1 mCA.

În conductele umplute cu apă, presiunea se ridică în două etape: în prima etapă până la 10 mCA iar în a doua etapă până la 30 mCA. Fiecare din cele două etape durează câte o oră, după care se ridică presiunea la valoarea de regim şi se menţine astfel timp de 24 de ore.

Dacă în timpul încercării se evidenţiază defecţiuni, se goleşte conducta de apă, se efectuează remedierile şi se repetă încercarea; dacă nu apar defecţiuni până la finele intervalului de menţinere a presiunii la valoarea de regim, se ridică presiunea la nivelul presiunii de încercare şi se menţine astfel timp de o oră, după care se revine treptat la presiunea de regim.

Încercarea generală a conductelor din azbociment se execută timp de minimum două ore, cu toate armăturile montate. Şi în acest caz, dacă apar defecţiuni, se goleşte reţeaua, se efectuează remedierile şi încercarea continuă.

La proba parţială de presiune a conductelor PREMO, lungimea unui tronson este de 1000 - 3000 m, iar la capăt acesta trebuie să fie prevăzut cu bloc de ancoraj.

Presiunea de încercare a conductelor PREMO este presiunea de regim, la care se adaugă suprapresiunea provocată de loviturile de berbec posibile (la viteza apei de 1,5 m/s, acestea pot ajunge la 20 mCA). Proba propriu-zisă durează 24 de ore. Presiunea de încercare se realizează în trei etape de câte o oră şi anume: 10 mCA, 30 mCA şi presiunea de încercare. Dacă presiunea de încercare scade în timpul de o oră cu mai puţin de o zecime, proba se consideră reuşită. Dacă apar pierderi de apă mai mari, se goleşte tronsonul, se remediază defecţiunile şi se reia proba de încercare.

Proba generală de presiune se face cu dispozitivele şi accesoriile montate pe reţeaua de conducte, presiunea fiind asigurată de (SPP). Umplerea cu apă a conductelor se face după deschiderea tuturor vanelor (cu excepţia celor de golire) şi a dispozitivelor de dezaerisire de pe reţea. Vanele se închid concomitent cu umplerea reţelei, presiunea ridicându-se la valoarea presiunii de regim.

După realizarea presiunii de regim, proba durează, cu instalaţiile de udare în funcţiune, cel puţin două ore. Dacă nu apar defecţiuni se astupă tranşeele cu pământ. Umplutura de pământ trebuie să depăşească suprafaţa terenului cu aproximativ 10 % din valoarea umpluturii, pentru ca după tasarea în timp terenul să nu rămână denivelat, de-a lungul traseelor conductelor.

Recepţia lucrării se efectuează în mai multe etape şi anume: recepţia preliminară, punerea în funcţiune, recepţia finală şi recepţia definitivă. În fiecare din aceste etape, se prezintă şi se analizează de către comisia de recepţie, o serie de documente, printre care cele mai importante sunt:

- ✓ proiectul de execuţie, cu eventualele modificări sau completări, aprobate atât de proiectant cât şi de beneficiar;
- ✓ procesele verbale de predare a amplasamentelor, încheiate între beneficiar - constructor - proiectant
- ✓ regulamentul de exploatare a lucrărilor, dat de proiectant;
- ✓ certificatele de calitate sau buletinele de încercare a materialelor utilizate (agregate, ciment etc) şi pentru prefabricate (tuburi PREMO, tuburi din azbociment, dale etc, inclusiv accesoriile);

✓ procesele verbale de lucrări ascunse, privind lucrările de traversare, izolările anticorozive, masivele de ancoraj, montarea accesoriilor, respectarea punctelor de schimbare a diametrului ş. a.;

14.7 Automatizarea sistemelor de irigaţii

Prin automatizarea unui sistem de irigaţii se înţelege echiparea cu anumite construcţii, instalaţii, dispozitive, mecanisme şi utilaje automate - hidro şi telemecanice - a unor părţi ale sistemului sau a întregii amenajări, în scopul preluării de către aceste echipamente a funcţiilor de măsurare, comandă, control şi execuţie ale personalului de exploatare.

Automatizarea sistemelor de irigaţii oferă unele avantaje, între care cele mai importante constau în economisirea forţei de muncă (personalul de exploatare se reduce de 5 - 10 ori), a apei şi energiei şi asigurarea funcţionării de înaltă calitate a amenajării, corespunzătoare cerinţelor avute în vedere la proiectare.

Datorită investiţiei ridicate, consumului mare de materiale, precum şi al unor amenajări de tip special, în majoritatea cazurilor, automatizarea se realizează parţial, afectând numai unele componente ale sistemului. De exemplu, se poate concepe automatizarea numai a (SPP), asigurându-se în orice moment presiunea şi debitul corespunzătoare de apă în reţeaua de conducte îngropate, sau se poate asigura funcţionarea automată a (SPB) şi a reţelei de canale cu nivel liber pentru aducţiunea şi distribuţia apei etc.

14.7.1 Aspecte ale automatizării staţiilor de pompare

Reglarea automată a staţiilor de pompare se realizează având în vedere destinaţia staţiei de pompare şi cerinţele exploatării, numărul şi tipul pompelor folosite, schema şi echipamentul hidromecanic, tipul motoarelor de antrenare şi mijloacele de protecţie prevăzute, condiţiile tehnico-economice care concură la realizarea automatizării ş. a.

Automatizarea funcţionării agregatelor de pompare se bazează pe dinamica uneia sau mai multor mărimi de natură fizică diferită, cum ar fi: nivelul apei într-un rezervor, presiunea apei în reţeaua de conducte, debitul de apă consumat, durata de funcţionare sau de nefuncţionare etc. Se folosesc regulatoare cu acţiune continuă sau regulatoare cu acţiune discontinuă.

Reglarea automată a staţiilor de pompare de bază (SPB) şi de repompare (SRP). Întrucât la (SPB) şi (SRP), atât aspiraţia cât şi refularea sunt legate de sisteme cu nivel liber, reglarea automată a acestora se realizează pe bază de nivel.

La automatizarea (SPB) se ia în considerare variația nivelului apei, atât în bazinul de aspirație cât și în cel de refulare iar în cazul (SRP), se consideră, obișnuit, numai modificarea nivelului apei din bazinul de refulare, nivelul din bazinul de aspirație fiind urmărit doar de instalațiile de protecție.

Reglajul funcționării automate a instalațiilor de pompare menționate se poate realiza pe bază de valori eșalonate ale nivelului, pe bază de ecart fix de variație a nivelului apei și temporizare, precum și prin folosirea de pompe cu pale rotorice cu unghi variabil.

Reglarea pe bază de valori eșalonate ale nivelului (fig. 14.47) se aplică la automatizarea stațiilor de pompare cu număr mic de pompe (1 - 3 pompe). Fiecărui agregat de pompare din stație îi corespunde o pereche de traductoare* de nivel: unul pentru nivelul minim (de pornire) și altul pentru nivelul maxim (de oprire). Atât valorile nivelului de pornire cât și ale celui de oprire sunt situate la cote diferite, pentru ca pompele să nu pornească sau să se oprească simultan. Bazinul de refulare și canalul în prelungirea acestuia dispun, în general, de volume mari de compensare a debitului de apă, astfel că intervalul de timp între două acționări succesive a pompelor este, de asemenea, mare.

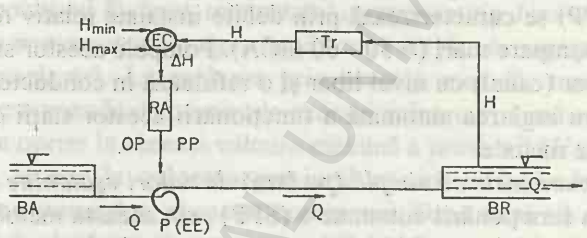


Fig. 14.47 Schema reglării funcționării automate a unei pompe din (SPB) sau (SRP) (după *Hâncu S.* și colab.)

BR - bazin de refulare; Tr - traductor; EC - element de comparație; RA - regulator automat; OP - oprirea pompei; PP - pornirea pompei; P(EE) - pompa (element de execuție); BA - bazin de aspirație

Această metodă de automatizare este simplă și asigură stației de pompare randamentul de reglaj relativ mare.

Reglarea pe bază de ecart fix de variație a nivelului apei și temporizare se aplică la (SPB) și (SRP) echipate cu mai mult de trei pompe.

În acest caz, se admit două valori extreme ale nivelului apei în bazinul de refulare: un nivel minim de pornire și un nivel maxim de oprire, indiferent de numărul agregatelor de pompare din stație. Comenzile de pornire și de oprire se dau simultan la toate pompele, când se ating aceste niveluri dar, răspunde automat la comandă numai prima pompă. Celelalte se conformează comenzii pe rând, după câte un interval de timp prestabilit (Δt), dacă nivelul apei în canal

* Element al unui sistem cu reglare automată, care transformă în semnal unificat, o mărime pentru care este construit să o măsoare.

nu a variat suficient, astfel încât să anuleze comanda. Mărimea intervalului de timp (Δt) se stabileşte în funcţie de timpul de răspuns al biefului din avalul bazinului de refulare.

Automatizarea prin această metodă de reglaj este simplă şi staţia de pompare funcţionează cu randament ridicat dar prezintă dezavantajul că dacă temporizarea nu este bine reglată, se introduc comenzi false.

Reglarea prin folosirea de pompe având pale rotorice cu unghi variabil este o reglare cu acţiune continuă şi asigură în orice moment - prin schimbarea înclinării palelor rotorului - modificarea sarcinii (H) şi a debitului (Q), în concordanţă cu cerinţa de apă în sistem. Randamentul de reglaj devine egal cu randamentul de pompare pentru toată gama de debite pompate, obţinându-se un randament global ridicat a staţiei de pompare.

Dificultăţile de ordin tehnic determină ca acest tip de reglaj să se aplice numai la pompele axiale mari şi, de regulă, într-o staţie de pompare numai una dintre pompe este echipată cu rotor cu pale reglabile, aceasta asigurând corectarea permanentă a curbei caracteristice de pompare pentru întreaga staţie.

Reglarea automată pentru staţii de pompare de punere sub presiune. În general, (SPP) se caracterizează prin debite instalate relativ mici (< 1 m^3/s) şi înălţimi de pompare mari (> 50 - 60 mCA). Pompele acestor staţii aspiră apa dintr-un rezervor (canal) cu nivel liber şi o refulează în conducte îngropate sub presiune. Pentru reglarea automată a funcţionării acestor staţii de pompare se folosesc diverse metode.

Reglarea manometrică simplă (*pe bază de valori eşalonate ale presiunii*). Pentru reglarea funcţionării automate a (SPP) prin această metodă se foloseşte un rezervor cu pernă de aer (hidrofor) care este racordat la reţeaua de conducte sub presiune.

Fiecărui agregat de pompare din staţie îi corespunde o anumită presiune minimă de pornire şi o altă presiune maximă de oprire. Pornirea şi oprirea pompelor sunt comandate de perechea de traductoare de presiune aferentă fiecărui agregat de pompare (fig. 14.48).

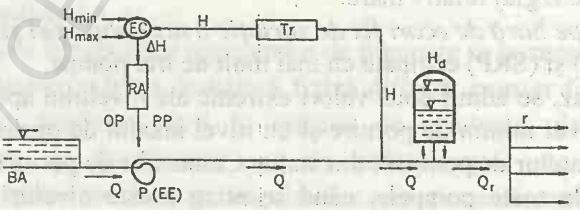


Fig. 14.48 Schema reglării funcţionării automate a unei pompe din (SPP) (după *Hâncu S.* şi colab.)

Hd - hidrofor; Tr - traductor; EC - element de comparaţie; RA - regulator automat; OP - opreşte pompa; PP - porneşte pompa; P(EE) - pompa (element de execuţie); r - reţea de conducte îngropate; BA - bazin de aspiraţie

BCU IAŞI / CENTRUL DE RESURSE PENTRU STUDENŢI

La începerea aplicării udărilor, consumul de apă face ca presiunea în rețea și în hidrofor să se micșoreze. Când se atinge valoarea manometrică minimă admisă, un traductor de presiune comandă intrarea în funcție a unei pompe. Dacă presiunea continuă să scadă, datorită consumului și mai mare de apă în câmpul irigat, alte traductoare comandă intrarea, pe rând, în funcție și a altor pompe din (SPP).

Când consumul de apă se micșorează, crește presiunea și traductoarele comandă oprirea succesivă a pompelor. Ultima pompă se oprește atunci când s-a realizat în hidrofor presiunea maximă admisă.

Instalația de automatizare realizată după acest principiu este simplă, eficientă, fiabilă și necesită cheltuieli minime de întreținere. Principalul dezavantaj constă în faptul că este necesar un ecart relativ mare de variație a presiunilor pentru stațiile de pompare cu mai multe pompe, ceea ce determină randamente de reglaj relativ scăzute și consumul specific de energie mare. Din acest motiv, automatizarea pe bază de presiuni eșalonate se aplică la stațiile de pompare cu maxim cinci pompe.

Această metodă de reglare a fost ameliorată prin folosirea unor dispozitive speciale (dispozitivul *Evomat*, monostatul compensat tip *Jeumont - Vogel*).

Reglarea manometrică temporizată (*cu ecart fix de variație a presiunii și comenzi temporizate*). La reglarea prin această metodă, toate pompele din (SPP) primesc comanda de pornire la aceeași valoare minimă a presiunii (H_{min}) și comanda de oprire la aceeași valoare maximă a presiunii (H_{max}).

Când se ajunge la valoarea presiunii minime (H_{min}), deși se comandă pornirea tuturor pompelor, pornește numai una. Dacă după un interval de timp prestabilit (Δt), dacă presiunea nu se ridică deasupra valorii minime (H_{min}), pornește și a doua pompă. A treia pompă pornește, de asemenea, după intervalul de timp (Δt), dacă în această perioadă cele două pompe în funcțiune nu au reușit să mărească presiunea peste valoarea (H_{min}) ș. a. m. d.

Când se atinge presiunea maximă (H_{max}), comanda de oprire se dă cu temporizare tuturor pompelor în funcțiune dar, se oprește numai una. Celelalte se opresc în ordinea prestabilită, după intervalele de timp (Δt), cu condiția ca în aceste intervale presiunea să nu coboare sub (H_{max}). Compensarea debitului se face cu ajutorul hidroforului.

Reglarea manometrică temporizată a (SPP) este simplă și fiabilă, aplicându-se cu precădere la stațiile cu un număr mai mare de 4 - 5 pompe. Prezintă dezavantajul că utilizând o mărime (Δt) improprie parametrilor (SPP), există pericolul producerii unor comenzi false.

Similar reglărilor automate manometrice se pot realiza reglări pe baza variațiilor de nivel a apei într-un rezervor cu suprafață liberă (castel de apă), suficient de înalt pentru a asigura presiunea în rețea. Consumul variat de apă în câmpul irigat determină variația presiunii în rețeaua de conducte îngropate și

implicit variaţia nivelului în castelul de apă. Traductoarele comandă pornirea şi oprirea pompelor în funcţie de valorile nivelului apei din rezervor.

Reglarea pe bază de debit (cu conductă by-pass). Acest tip de automatizare a (SPP) constă în folosirea unei conducte în derivaţie (*by-pass*) care este prevăzută cu o supapă hidraulică, ce se deschide în momentul când în reţea se depăşeşte presiunea de regim. Conducta by-pass descarcă surplusul de debit în bazinul de aspiraţie.

Stabilirea numărului necesar de pompe în funcţiune pentru producerea unui anumit debit solicitat de reţea se realizează în baza indicaţiilor unui debitmetru amplasat pe conducta de refulare.

La începutul sezonului de irigaţii, pentru punerea în funcţie a (SPP) se porneşte manual prima pompă din staţie. Această pompă se porneşte şi se opreşte numai prin comandă manuală. Prima pompă funcţionează până umple reţeaua de conducte deservită de (SPP) şi realizează presiunea de regim. Dacă nu este consum de apă în câmpul irigat, după ce pompa a realizat presiunea de regim, se deschide automat supapa hidraulică de pe conducta by-pass, care evacuează surplusul de debit în canal (bazin de aspiraţie).

Când se deschid vanele hidrant pentru aplicarea udărilor - în funcţie de debitul solicitat - traductoarele comandă intrarea în funcţie a unui număr de pompe din ce în ce mai mare, pe măsură ce creşte cerinţa de apă, până la stabilirea unui regim staţionar de funcţionare (debitul furnizat este egal cu debitul consumat).

La închiderea unora dintre vanele hidrant, consumul de apă se micşorează iar modulul logic al (SPP) comandă oprirea succesivă a pompelor, până la stabilirea regimului staţionar de funcţionare.

Metoda are dezavantajul unui consum inutil de energie datorat volumului de apă descărcat prin supapa hidraulică a conductei by-pass (20 - 30 % din debitul nominal).

Reglarea combinată pe bază de presiune şi debit presupune pentru fiecare pompă din (SPP) însumarea a doi curenţi (impulsuri), unul de la un traductor de debit şi altul de la un traductor de presiune. Curentul astfel însumat trece prin circuitele de excitaţie ale unor relee, câte unul pentru fiecare pompă. În funcţie de intensitatea curentului, releele se excită pe rând şi menţin în funcţiune numărul de pompe, corespunzător debitului şi presiunii necesare.

Reglarea prin modificarea turaţiei pompelor - ca şi în cazul reglării pe bază de nivel - în (SPP) se foloseşte numai o pompă de turaţie variabilă, pompă care, în general, se uzează mai repede.

14.7.2 Aspecte ale automatizării funcţionării reţelei de canale

Ca şi la staţiile de pompare, automatizarea funcţionării canalelor de irigaţii se justifică economic prin beneficiile aduse, cu toate că implică investiţii suplimentare.

Există o mulțime de metode de control automat (centralizat sau local) al fucnționării canalelor - multe dintre ele fiind de concepție identică sau foarte apropiate- care se diferențiază sub aspectele: flexibilitatea livrărilor de apă, al ușurinței de operare, al echipamentelor adiționale etc, fiecare metodă prezentând avantaje și dezavantaje în ce privește viteza de răspuns la reglajul impus și stabilitatea modului de realizare a controlului automat.

Unele metode de control automat a funcționării canalelor de irigații pot avea la bază soluțiile ecuațiilor (în formă completă sau simplificată) care descriu mișcarea apei în canale - ecuațiile *Saint-Venant*. Între acestea se numără metodele: volumului controlat, a reglării dinamice, controlului predictiv ș. a.

Alte metode, cum sunt: EL-FLO + RESET (Electronic Filter Level Offset + Reset), PIR (Proportionnelle, Intégrale et Retard), CARDD (Canal Automation for Rapid Demand Deliveries) ș. a. se fundamentează pe relații hidraulice empirice între mișcarea stavilelor și modificarea nivelului apei în canal.

În fine, există metode multivariabile, bazate pe tehnici de utilizare liniară sau neliniară și a căror punere în practică este mai complexă decât a primelor două categorii.

Marea varietate a metodelor de control existente atestă dificultățile și provocările referitoare la funcționarea automatizată a canalelor de irigații încât alegerea uneia sau alteia dintre metodele de control automat depinde de caracteristicile tehnice și social-economice ale fiecărui sistem de irigații în parte, precum și de momentul de adoptare a metodei (în faza de proiect sau când sistemul este în exploatare).

Controlul automat al funcționării canalelor de irigații se poate realiza cu regulatoare statice (pasive) și cu regulatoare dinamice (în mișcare).

Regulatoarele statice mențin automat, cu precizie acceptabilă - fără a fi nevoie de ajustări - nivelul apei sau debitul canalului la valori programate, oricare ar fi (în limite precizate) variațiile din vecinătatea regulatorului. În categoria regulatoarelor statice pentru controlul nivelului apei pe canale fac parte dispozitivele de limitare a nivelului (deversoarele laterale, sifoanele de siguranță autoamorsabile ș. a.).

Regulatoarele pasive pentru controlul debitului cuprind, între altele, modulul cu mască (fig. 14. 49) și partitorul proporțional (fig. 14. 50)

Modulul cu mască este un regulator hidraulic folosit în cazul rețelei deschise cu curgere liberă, în scopul preluării din sursă (canal de ordin superior) a unui debit constant (cvasiconstant), indiferent de variația nivelului în cele două biefuri. În principiu, modulul cu mască se compune dintr-un prag cu profil special și de o anumită lungime, o mască fixă dispusă la o înălțime determinată deasupra pragului și puțin în aval de creasta deversorului

(pragului) şi o vanetă cu rolul de a închide sau a deschide secţiunea de curgere. Pentru variaţia relativ mare (5 - 24 cm) a nivelului apei în bieful amonte, debitul ce trece pe sub masca modulului rămâne cvasiconstant (în limitele $\pm 5\% \div \pm 10\%$).

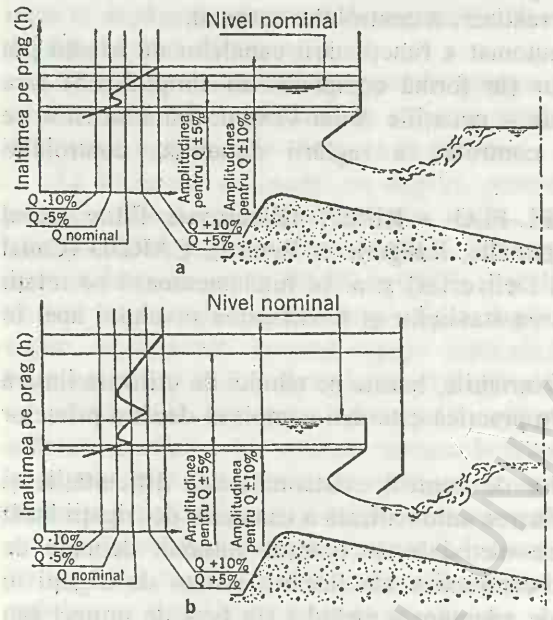


Fig. 14.49 Schema de principiu şi curba de funcţionare a modulului cu mască (după *Blidaru V.*)
a - cu o mască; b - cu două măşti

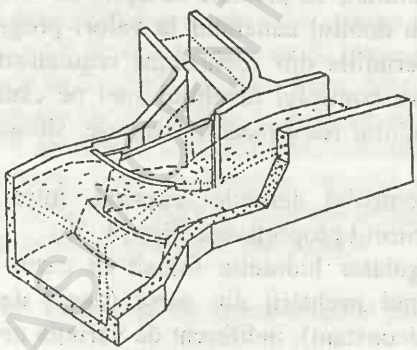


Fig. 14.50 Schema constructiv funcţională a partitorului proporţional (după *Blidaru V.*)

În scopul menţinerii cvasiconstanţei debitului în aceleaşi limite, pentru variaţia mai mare a nivelului apei în bieful amonte, se folosesc module cu două măşti (fig. 14.49 b). Cea de a doua mască, situată în aval de prima, se amplasează mai aproape de prag, reducând secţiunea orificiului de curgere. La creşterea exagerată a nivelului apei în amonte, când prima mască este înecată - cu tendinţa de a influenţa scurgerea - intră în funcţie cea de a doua mască, cu efect de diminuare a debitului. Debitul care trece prin modulul cu mască nu este influenţat nici de variaţiile de nivel din aval, întrucât panta din aval de prag este suficient de mare şi provoacă o scurgere rapidă.

Partitorul proporţional este regulatorul hidraulic (Neyrpic) care permite repartizarea debitului unui canal de aducţiune în două direcţii, în orice raport necesar, indiferent de variaţia de nivel din aval.

Ca şi modulul cu mască, partitorul proporţional provoacă pierderi minime de sarcină, datorită recuperării parţiale a

energiei cinetice a apei (care a trecut prin modul sau partitor) prin formarea saltului hidraulic în aval de prag.

Regulatoarele dinamice sunt compuse dintr-o stavilă acționată mecanic care permite modificarea continuă a secțiunii de curgere și un dispozitiv de control automat care guvernează funcționarea stavilei după un raționament admis. Pentru a funcționa, regulatoarele dinamice au nevoie de o sursă externă de energie electrică sau hidraulică. În cazul folosirii energiei electrice, stavilele sunt acționate de motoare activate de controloare electrice, electromecanice și electronice iar în sistemele cu energie hidraulică, stavilele sunt mișcate prin contragreutăți și flotoare (stavile autoregulatoare).

Stavilele autoregulatoare de nivel - care funcționează fără mecanism de acționare, acesta fiind înlocuit cu un sistem ce folosește doar forța hidrostatică sau arhimedică, aplicată prin contragreutăți sau flotoare - sunt de mai multe tipuri: batante și rabatabile, radiale cu acționare directă și radiale cu acționare indirectă.

În sistemele de irigații cu rețea de canale se folosesc cel mai mult *stavilele autoregulatoare radiale cu acționare directă.* În această categorie se cuprind stavilele cu flotor sau vanele AMIL, AVIO și AVIS, produse de firma Alsthom-Fluides din Franța (succesoarea firmei Neyrpic).

Vana AMIL (de tip A) este folosită pentru menținerea constantă a nivelului în bieful amonte iar vanele AVIO (tip orificiu) și AVIS (de suprafață) - cu variantele românești „D" și „T" mențin nivelul constant în aval. Pentru asigurarea diferenței constante (de la 5 la 15 cm) între nivelurile apei din amonte și aval, se folosește vana „mixtă" sau „compozită".

Construcția de principiu a stavilelor cu flotor se bazează pe două elemente principale și anume: un tablier (oblon) obturator al scurgerii și un flotor de comandă. Ambele elemente (tablierul și flotorul) sunt fixate pe o șarpantă care basculează în jurul unui ax, fixat la cota de reglaj a nivelului apei.

În cazul vanei AMIL, flotorul este montat rigid pe tablierul obturator; la vanele AVIO și AVIS plutitorul este fixat pe șarpanta stavilei iar în cazul stavilei mixte flotoarele sunt montate în blocurile laterale.

Stavila AMIL sau *de tip A* (fig. 14.51) menține constant (cvasiconstant) nivelul apei în bieful amonte, indiferent de variația debitului. Stavila se amplasează transversal pe canal și oscilează în jurul axului orizontal (de reazem), de la poziția aproape închisă - pentru trecerea debitului minim - la poziția de deschidere maximă, pentru trecerea debitului maxim.

La montarea acestui regulator hidraulic trebuie să se asigure amplasarea axului geometric al reazemului la cota de reglaj a nivelului apei din bieful amonte.

Regulatorul AMIL funcţionează astfel:

✓ dacă nivelul amonte tinde să crească, stavila se dezechilibrează, în sensul că flotorul cu tablierul obturator se ridică, permiţând tranzitarea în bieful aval a unui debit mai mare, al cărui efect este coborârea nivelului apei, până ce stavila revine în poziţia de echilibru;

✓ când nivelul în amonte are tendinţa de scădere, tablierul cu flotorul coboară, obturând o parte din secţiunea de scurgere şi determinând, în final, creşterea nivelului în bieful amonte până la valoarea corespunzătoare nivelului de echilibru a stavilei.

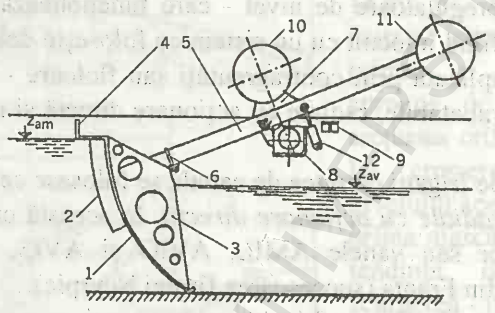


Fig. 14.51 Schema de principiu a regulatorului AMIL (de tip A)
1 - tablier obturator; 2 - flotor, 3 - contravântuiri care rigidizează tablierul şi asigură prinderea acestuia pe şarpantă; 4 - eclisă pentru preîntâmpinarea deversării stavilei şi pentru suplimentarea forţei flotorului la începutul manevrei de deschidere; 5 - şarpantă; 6 - bride pentru fixarea tablierului de şarpantă; 7 - suport pentru greutatea de reglaj; 8 - centru de reazem (de tip cuţit la stavilele mici şi cu rulmenţi capsulaţi la stavilele mijlocii şi mari); 9 - limitator de cursă pentru preîntâmpinarea supradeschiderii stavilei; 10 - greutăţi de reglaj; 11 - contragreutate; 12 - amortizor hidraulic, pentru a nu permite stavilei să reacţioneze la perturbaţii bruşce de nivel (de exemplu, la aruncarea unui bolovan)

Stavila AVIO (fig. 14.52) destinată reglării căderilor forţate, se amplasează în avalul unei secţiuni de curgere sub presiune (orificiu) pe care o controlează prin autoreglaj, astfel ca în bieful aval, nivelul apei să se menţină constant, independent de variaţia nivelului (sarcinii hidrostatice) în amonte sau de variaţie a debitului cerut în aval.

Stavila AVIS (fig. 14.53) reglează, de asemenea, nivelul apei în aval, dar se deosebeşte de vana AVIO prin faptul că se amplasează pe canal (nu în vecinătatea aval a căderilor forţate), fiind un regulator cu cădere liberă.

Montajul stavilelor AVIO şi AVIS se face astfel încât cota reazemului (axului) să coincidă cu cea la care trebuie menţinut nivelul apei în aval de regulator.

Dacă debitul cerut din aval creşte, flotorul coboară, iar oblonul stavilei se ridică, măreşte secţiunea de curgere, determină admisia unui debit mai mare şi asigură creşterea nivelului apei în aval de stavilă, până la valoarea constantă impusă.

Micşorarea consumului de apă în câmpul irigat, generează tendinţa de creştere a nivelului apei în canal, în aval de stavilă. În această situaţie, flotorul se ridică şi comandă coborârea tablierului, până când debitul care trece prin secţiunea stavilei realizează în bieful aval, nivelul constant impus.

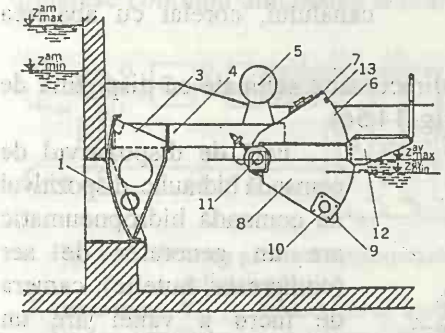


Fig. 14.52 Schema de principiu a regulatorului AVIO (de tip D)

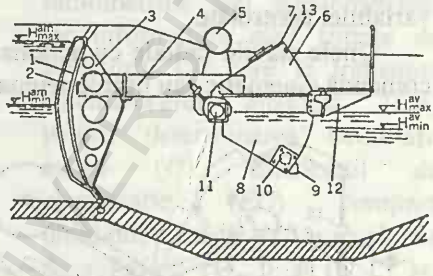


Fig. 14.53 Schema de principiu a regulatorului AVIS (de tipT)

1 - tablierul stavilei; 2 - amortizor hidropneumatic cu rolul de a mări timpul de răspuns al regulatorului la perturbaţiile nivelului apei; 3 - contravântuiri pentru rigidizarea tablierului şi prinderea acestuia pe şarpantă; 4 - şarpantă; 5 - greutăţi de reglaj; 6 - flotor; 7 - capacul flotorului; 8 - bacul flotorului; 9 - fantă pentru corespondenţa nivelului apei din canal şi cel din bacul flotorului; 10 - orificiu pentru curăţirea bacului; 11 - axul stavilei (reazem); 12 - punte de vizitare; 13 - limitator de cursă a flotorului

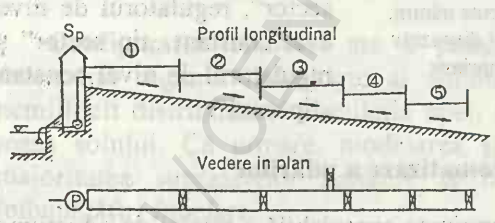


Fig. 14.54 Schema de funcţionare automată a unei staţii de pompare, cu comandă din aval

Stavila AVIS poate fi folosită pentru reglarea automată a funcţionării staţiei de pompare de bază, în funcţie de nivel cu comandă din aval (fig. 14.54). Pentru aceasta, în bazinul de refulare sau în capătul amonte al canalului de aducţiune se instalează câte o pereche de traductoare de nivel, pentru fiecare agregat de pompare. Traductoarele comandă pornirea sau oprirea pompelor, dependent de variaţia nivelului apei, transmisă de stavilele regulatoare AVIS, din bief în bief, în funcţie de consumul de apă din câmpul irigat.

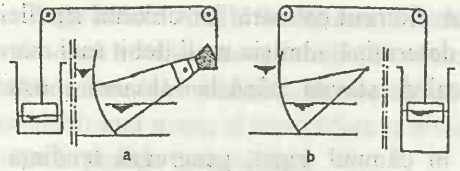


Fig. 14.55 Schema de funcționare a stavilei regulatoare cu acționare indirectă
a - creșterea nivelului apei în puț determină deschiderea stavilei și invers; b - scăderea nivelului apei în puț determină deschiderea stavilei și invers

Stavila regulatoare cu acționare indirectă (fig. 14.55) se compune din stavila propriu-zisă, legată mecanic la unul sau două flotoare și/sau contragreutate ascensională, precum și un sistem de control al apei care modifică automat nivelul apei într-un puț din vecinătatea canalului, corelat cu abaterea variabilei controlate.

Unele stavile radiale cu acționare indirectă sunt echipate cu dispozitiv de comandă cinematic sau hidropneumatic (fig. 14.56).

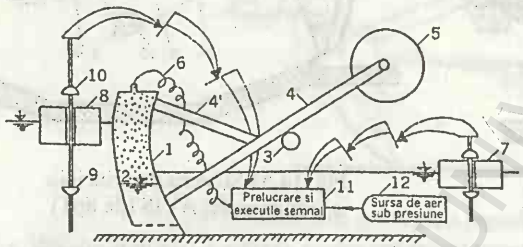


Fig. 14.56 Schema regulatorului hidropneumatic (după *Marcoie N.*, 2001)
1 - tablier; 2 - cameră hidropneumatică; 3 - ax de rotație; 4 - șarpantă principală; 4' - șarpantă secundară; 5 - contragreutăți; 6 - furtun de legătură cu dispozitivul de comandă; 7 - traductor de nivel aval; 8 - traductor de nivel amonte; 9 - limitatoare de nivel amonte minim; 10 - limitatoare de nivel amonte maxim; 11 - dispozitiv de comandă; 12 - sursă de gaz (aer) comprimat

Față de dispozitivul de comandă hidraulic, dispozitivul de comandă hidropneumatic are un generator de aer (compresor, butelie); camera de lucru a vanei are un orificiu pentru intrarea și ieșirea apei iar ventilele cu diafragmă reglează cantitatea de aer ce intră și iese din camera de lucru.

Din această categorie de stavile fac parte: regulatorul de nivel amonte constant „tip sector", regulatorul de nivel aval constant „tip sector" și regulatorul de nivel constant „tip mixt".

14.7.3 Schema generală de automatizare a udărilor

Marile sisteme de irigații, cu lungimea apreciabilă a rețelei de aducțiune, un număr ridicat de stații de pompare, o mulțime de construcții hidrotehnice și regimuri de irigație diferite pe suprafețe întinse au impus necesitatea culegerii, prelucrării informațiilor și luarea deciziilor necesare funcționării normale a sistemului asistate de calculator.

Avându-se în vedere că în prezent calitatea udărilor depinde în mare măsură de factori subiectivi, condițiile de muncă manuale în timpul aplicării

udărilor sunt grele şi pierderile de apă sunt mari, automatizarea la nivelul sectoarelor şi parcelelor de udare se impune cu tot mai multă necesitate.

Evident, soluţiile ce trebuie aplicate depind, în mare măsură, de metoda de udare dar, pentru a se asigura în sol umiditatea necesară culturilor agricole se poate urmări fie umiditatea în stratul activ de sol, fie direct consumul de apă al plantelor.

Schema generală a automatizării udărilor în funcţie de umiditatea solului în stratul activ este cea prezentată în figura 14.57.

Traductoarele de umiditate (aproximativ 12 traductoare la 1000 - 2000 ha) urmăresc continuu umiditatea solului (determinată prin metode electrometrice, radiometrice sau tensiometrice) iar informaţiile sunt filtrate de selectorul (*S*) care le transmite calculatorului analogic (*CA*) pentru determinarea umidităţii medii (*U*). Elementul de comparaţie (*EC*) compară umiditatea medie (*U*) cu valorile de referinţă (U_{max}) şi (U_{min}) iar regulatorul automat (*RA*), în funcţie de sensul mărimii (U_m) sau (U_M), comandă închiderea sau deschiderea vanei pe elementul de aducţiune a apei în câmpul irigat.

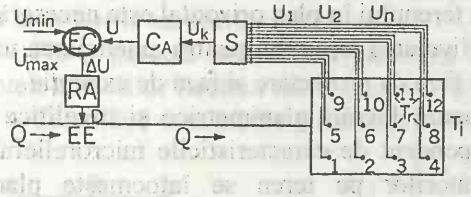


Fig. 14.57 Schema generală a automatizării aplicării udărilor

T_i - teren irigat; $T_{r\,1,2,n}$ - traductoare de umiditate; U_1, U_n - umiditate; U_k - umiditate selectată; S - selector; C_A - calculator analogic; EC - element de comparaţie; Q - debit de apă; ΔU ($\Delta U_M = U - U_{max}$; $\Delta U_m = U - U_{min}$), U_{max}, U_{min} - mărimi de referinţă; $\Delta U_M > 0$ - închidere vană; $\Delta U_m < 0$ - deschidere vană; RA - regulator automat; EE - element de execuţie (vană)

14.8 Nivelarea terenului pentru irigaţii

Configuraţia terenului are o pondere importantă între factorii care determină regimul hidrologic al solului, deoarece relieful condiţionează nemijlocit distribuţia şi circulaţia apei, atât la suprafaţa terenului cât şi în masa solului. Ca urmare, modelarea şi nivelarea terenului se impun pe majoritatea suprafeţelor agricole şi la toate tipurile de amenajări de îmbunătăţiri funciare.

Modificarea configuraţiei naturale a terenului - considerată ca o componentă fundamentală în ansamblul lucrărilor de îmbunătăţiri funciare - şi efectuată în scopul măririi producţiei agricole este cunoscută sub numele de *modelare*. Cazul particular al modelării pentru amenajările de irigaţii se exprimă prin termenul de *nivelare* şi constă în orizontalizarea sau netezirea (uniformizarea) terenului cu o pantă mică, impusă de metoda de udare aplicată.

Nivelarea pentru irigații se clasifică după momentul de execuție în *nivelare capitală* sau *inițială* și *nivelare de exploatare* sau *curentă.*

Nivelarea capitală se execută concomitent cu lucrările de amenajare a sistemului de irigații și constă în netezirea suprafeței parcelelor de irigat în planuri orizontale sau ușor înclinate, în funcție de metoda de udare.

Nivelarea de exploatare se execută anual sau bienal, pentru eliminarea denivelărilor create prin procesul de producție din sezonul de irigații precedent.

14.8.1 Nivelarea capitală în plan orizontal

La lucrările de irigații, nivelarea terenului în plan orizontal este necesară în cazul amenajărilor pentru orezării. Nivelarea terenului pentru amenajarea unei orezării cuprinde două faze de lucru: faza de proiectare și faza de execuție.

În faza de proiectare se efectuează lucrări planimetrice și nivelitice în caroiaj, cu latura de 20 - 50 m, dependent de caracteristicile microreliefului terenului. După efectuarea măsurătorilor pe teren se întocmește planul topografic la scara care se stabilește în funcție de mărimea suprafeței de amenajat și de faza de proiectare.

În general, planul topografic se întocmește la scările 1:1000 sau 1:2000 iar relieful se reprezintă prin curbe de nivel cu echidistanța de 0,25 m.

Planul topografic al suprafeței ce se amenajează pentru orezărie trebuie să conțină titlul precizat în nota de comandă, scara, cotele necesare proiectării, pozițiile reperelor și coordonatele lor, curbele de nivel cu echidistanța de 0,25 m, vecinătățile și localitățile apropiate, căile de comunicație, construcțiile existente cu caracteristicile lor, folosințele terenului (prin semne convenționale), alte caracteristici ale terenului (movile, privaluri, șanțuri, diguri vechi, răzoare, gropi de împrumut, mlaștini, stufărișuri ș. a.), pozițiile planimetrice ale diferitelor sondaje, sursa de apă etc.

După studiul amănunțit al planului topografic și în urma recunoașterii pe teren, se trasează rețeaua canalelor de alimentare și de evacuare, precum și parcelele de nivelat.

Lanțul de parcele, amplasate de-a lungul unui canal de repartiție, trebuie să aibă lungimea minimă de 300 - 400 m, pentru a se asigura randamentul corespunzător mașinilor agricole.

După dimensionarea canalelor, digulețelor și drumurilor, se determină volumul de terasamente corespunzător fiecăruia dintre aceste elemente. În continuare, se folosește aria suprafeței utile a fiecărei parcele și se determină sarcina de terasamente pe care trebuie să o asigure fiecare parcelă pentru construcția canalelor, digulețelor și drumurilor. Prin *sarcină de terasamente* se înțelege volumul de pământ care trebuie luat de pe suprafața parcelei pentru

construcția rambleelor aferente acesteia. Volumul de terasamente necesar pentru canale se extrage din profilul longitudinal al fiecărui canal, iar pentru digulețe și drumuri, se calculează în funcție de secțiunea tip și de lungime. După ce s-au stabilit traseele digulețelor și drumurilor, s-au determinat volumul de terasamente pentru aceste lucrări, precum și aria suprafeței utile a fiecărei parcele, se trece la calculul cotelor medii și a terasamentelor parcelelor.

Calculul cotei medii a unei parcele se poate efectua prin mai multe procedee, între care, cele mai importante sunt procedeul cotei medii ponderate și procedeul cotei medii aritmetice.

Procedeul cotei medii ponderate la parcelele de formă regulată. Se aplică, obișnuit, când se cunosc cotele punctelor de la colțurile parcelelor sau de la colțurile carourilor din parcele.

Fie o parcelă care a fost pichetată în caroiaj și la care s-au determinat cotele colțurilor fiecărui carou (fig. 14.58).

Calculând cota medie aritmetică a fiecărui carou rezultă:

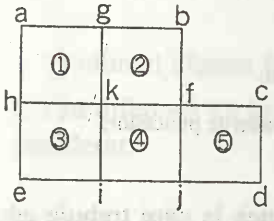


Fig. 14.58 Schița unei parcele pichetate în caroiaj, cu cotele determinate la colțurile carourilor

$$H_1 = \frac{H_a + H_g + H_k + H_h}{4} \tag{14.51}$$

$$H_2 = \frac{H_g + H_b + H_f + H_k}{4} \tag{14.52}$$

$$H_3 = \frac{H_h + H_k + H_i + H_e}{4} \tag{14.53}$$

$$H_4 = \frac{H_k + H_f + H_j + H_i}{4} \tag{14.54}$$

$$H_5 = \frac{H_f + H_c + H_d + H_j}{4} \tag{14.55}$$

Cu valorile rezultate, se calculează cota medie a parcelei (H_M):

$$H_M = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{n} \tag{14.56}$$

în care:

n este numărul carourilor.

Înlocuind, rezultă:

$$H_M = \frac{(H_a + H_b + H_c + H_d + H_e) + 2(H_g + H_j + H_i + H_h) + 3 \cdot H_f + 4 \cdot H_k}{4 \cdot n} \tag{14.57}$$

sau

$$H_M = \frac{\sum H_{colț} + \sum 2 \cdot H_{margine} + \sum 3 \cdot H_{colț\ intrand} + 4 \cdot H_{interior}}{4 \cdot n} \tag{14.58}$$

Din relația (14.58) rezultă următoarele:

BOJIAS CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

✓ cotele punctelor de la colţurile parcelei participă la calculul cotei medii o singură dată, având ponderea 1;

✓ cotele punctelor de la marginea parcelei intră în calcul de două ori şi prin urmare, au ponderea 2;

✓ cotele punctelor din colţuri intrânde participă la calculul cotei medii de trei ori, având ponderea 3;

✓ cotele punctelor din interiorul parcelei intră în calcul de patru ori, având ponderea 4.

$$4 \cdot n = \sum p \tag{14.59}$$

în care:

$\sum p$ reprezintă suma ponderilor.

Generalizând relaţia (14.58) rezultă:

$$H_{M_p} = \frac{\sum H \cdot p}{\sum p} \tag{14.60}$$

în care:

H_{M_p} este cota medie ponderată a parcelei;

$\sum H \cdot p$ - suma produselor dintre cotele şi ponderile punctelor;

$\sum p$ - suma ponderilor punctelor.

Cota medie ponderată (H_{M_p}) reprezintă înălţimea la care trebuie aduse toate punctele parcelei, pentru orizontalizarea suprafeţei limitate de digulețe, astfel ca săpătura să fie egală cu umplutura de pământ.

Pentru stabilirea cotei medii definitive a parcelei (H_{M_d}) trebuie să se scadă din cota medie ponderată (H_{M_p}), înălţimea (h_s) corespunzătoare volumului care reprezintă sarcina de terasamente a parcelei (V_{sp}).

$$H_{M_d} = M_{M_p} - h_s \tag{14.61}$$

$$h_s = \frac{V_{sp}}{S} \tag{14.62}$$

în care:

S este aria suprafeţei utile a parcelei, în m^2.

După stabilirea cotei medii definitive, se calculează volumul total de săpătură pentru nivelarea parcelei în plan orizontal şi pentru execuţia canalelor, digulețelor şi drumurilor care deservesc parcela. Pentru aceasta, se efectuează diferenţa dintre cota medie definitivă şi cotele punctelor caroiajului, adică:

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$\pm h = H_{M_d} - H_t \qquad (14.63)$$

în care:

$\pm h$ reprezintă diferența de nivel (pozitivă sau negativă) între cota medie definitivă și cota terenului în punctul considerat, în m;

H_{M_d} - cota medie definitivă, în m;

H_t - cota terenului în punctul considerat, în m;

De asemenea, se determină aria (a) aferentă unui punct cu ponderea 1, împărțind aria utilă a parcelei (S) la suma ponderilor ($\sum p$), adică:

$$a = \frac{S}{\sum p} \qquad (14.64)$$

Aria de influență (a') a unui punct oarecare din caroiaj se obține efectuând produsul dintre aria (a) aferentă unui punct având ponderea 1, cu ponderea (p) a punctului considerat, adică:

$$a' = a \cdot p \qquad (14.65)$$

Volumul aferent fiecărui punct (V_p) se obține înmulțind aria de influență (a') cu diferența ($\pm h$) dintre cota medie definitivă și cota terenului în punctul considerat:

$$V_p = \pm h \cdot a' \qquad (14.66)$$

Rezultă produse pozitive (volume de umplutură) și produse negative (volume de săpătură) care se însumează separat. Suma produselor pozitive reprezintă volumul de umplutură (V_u) pentru realizarea nivelării iar suma produselor negative constituie volumul de săpătură (V_s), care include, atât volumul necesar pentru nivelarea parcelei (V_{sn}) cât și pe cel corespunzător sarcinii de terasamente a parcelei (V_{sp}).

Scăzând volumul necesar pentru sarcina de terasamente a parcelei (V_{sp}) din volumul total (V_s), rezultă volumul (V_{sn}) necesar pentru umplerea spațiilor din parcelă în care cota terenului este inferioară cotei medii definitive:

$$V_{sn} = V_s - V_{sp} \qquad (14.67)$$

$$V_{sn} = V_u \qquad (14.68)$$

Nu se obține întotdeauna egalitatea perfectă între (V_{sn}) și (V_u) datorită rotunjirilor efectuate în timpul calculului.

Calculul cotei medii ponderate la parcelele de formă neregulată. În amenajările de orezării, parcelele cu forme neregulate se întâlnesc la limitele

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

terenului. Aceste parcele pot avea forma unui poligon cu 3 laturi interioare perpendiculare una pe alta iar spre exterior, mai multe laturi constituind o linie frântă.

În cazul parcelelor marginale cu forma de patrulater, deşi ponderile punctelor nu corespund întocmai cu cele stabilite la paragraful anterior, deoarece suprafeţele influenţate de fiecare punct nu sunt riguros egale cu produsul ($a \cdot p$), pentru rapiditate se admite să se efectueze calculul nivelării întocmai ca la parcelele de formă regulată.

Dacă la o parcelă, reţeaua punctelor din interior formează patrate întregi şi spre una din limitele terenului fracţiuni de patrate, calculele de nivelare se efectuează separat, şi anume: mai întâi pentru suprafaţa cu patrate întregi şi apoi pentru suprafaţa cu fracţiuni de patrate (fig. 14.57).

Cota medie ponderată pentru suprafaţa cu patrate întregi se determină cu formula:

$$H_{M_p(1)} = \frac{\sum H_c + 2\sum H_m + 3\sum H_{ci} + 4\sum H_i}{4 \cdot n} \qquad (14.69)$$

în care:

$H_{M_p(1)}$ este cota medie ponderată pentru partea din parcelă cu pătrate întregi, în m;

$\sum H_c$ - suma cotelor punctelor de la colţuri, în m;

$\sum H_m$ - suma cotelor punctelor de la margini, în m;

$\sum H_{ci}$ - suma cotelor punctelor din colţurile intrânde, în m;

$\sum H_i$ - suma cotelor punctelor din interior, în m;

n - numărul pătratelor întregi.

Cota medie ponderată pentru partea din parcelă cu fracţiuni de pătrate se calculează cu formula:

$$H_{M_p(2)} = \frac{s_1 \cdot H_{c_1} + s_2 \cdot H_{c_2} + \cdots + s_n \cdot H_{c_n}}{s_1 + s_2 + \cdots + s_n} \qquad (14.70)$$

sau

$$H_{M_p(2)} = \frac{\sum s_i \cdot H_{ci}}{\sum s_i} \qquad (14.71)$$

în care:

$H_{M_p(2)}$ reprezintă cota medie ponderată pentru suprafaţa din parcelă cu fracţiuni de pătrate, în m;

$s_1, s_2, \ldots, s_n$ - ariile suprafeţelor figurilor geometrice simple rezultate prin descompunerea porţiunii din parcelă cu fracţiuni de pătrate, în m^2;

$H_{c_1}, H_{c_2}, \ldots, H_{c_n}$ - cotele centrelor de greutate ale figurilor geometrice simple rezultate prin descompunerea suprafeţei cu fracţiuni de pătrate, în m.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

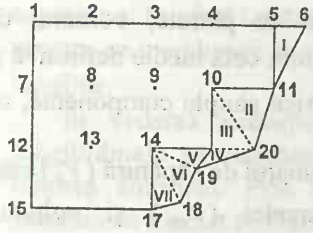


Fig. 14.59 Schiţa unei parcele formate din pătrate întregi în interior şi din fracţiuni de pătrate la o limită a terenului

Pentru calculul ariilor (s) se întocmeşte schiţa suprafeţei cu fracţiuni de pătrate (v. fig. 14.59) la o scară mare (1:500), după care, această suprafaţă se descompune în figuri geometrice simple (triunghiuri şi dreptunghiuri). La figurile în formă de triunghi dreptunghic şi în formă de dreptunghi, se măsoară pe schiţă baza şi înălţimea iar la triunghiurile oarecare se măsoară pe schiţă toate cele trei laturi ale fiecărui triunghi. Cu aceste elemente se calculează ariile figurilor componente ale suprafeţei cu fracţiuni de pătrate. Pentru triunghiurile oarecare la care se cunosc lungimile laturilor:

$$s = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \qquad (14.72)$$

în care:

$$p = \frac{a+b+c}{2}$$

Cotele centrelor de greutate se determină ca medie aritmetică a cotelor vârfurilor figurii considerate.

Cota medie ponderată pentru întreaga parcelă se calculează cu relaţia:

$$H_{M_p} = \frac{S_p \cdot H_{M_p(1)} + S_f \cdot H_{M_p(2)}}{S_p + S_f} \qquad (14.73)$$

în care:

H_{M_p} este cota medie ponderată pentru întreaga parcelă, în m;

S_p - aria porţiunii de parcelă cu pătrate întregi, în m^2;

S_f - aria porţiunii de parcelă cu fracţiuni de pătrate, în m^2;

$H_{M_p(1)}$ - cota medie ponderată a suprafeţei cu pătrate întregi, în m;

$H_{M_p(2)}$ - cota medie ponderată a suprafeţei cu fracţiuni de pătrate, în m;

Cota medie definitivă pentru întreaga parcelă (H_{M_d}) se calculează efectuând diferenţa dintre cota medie ponderată (H_{M_p}) şi înălţimea ($h_s = \frac{V_{sp}}{S_p + S_f}$), corespunzătoare sarcinii de terasamente (V_{sp}) a parcelei.

Volumul de terasamente rezultă multiplicând diferenţele dintre cota medie definitivă şi cota terenului în fiecare punct al caroiajului ($\pm h_p$) cu aria de influenţă a punctului considerat ($a' = a \cdot p$) pentru suprafaţa din parcelă cu

BCU "ION CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

pătrate întregi iar pentru suprafața cu fracțiuni de pătrate, volumul de terasamente se obține înmulțind diferența ($\pm h_f$) dintre cota medie definitivă și cota centrului de greutate a fiecărei figuri geometrice simple componente, cu aria figurii respective.

Suma volumelor parțiale negative reprezintă cubajul de săpătură (V_s) care include volumul necesar pentru nivelarea parcelei (V_{sn}) și volumul corespunzător sarcinii de terasamente a întregii parcele (V_{sp}):

$$V_s = V_{sn} + V_{sp} \tag{14.74}$$

Suma volumelor pozitive constituie cubajul necesar pentru umplerea denivelărilor (V_u) existente sub planul orizontal al cotei medii definitive. Este necesar ca ($V_u = V_{sn}$).

Pentru ușurarea calculului de nivelare este recomandabil să se folosească cotele relative, obținute prin diminuarea cotelor absolute ale punctelor cu o valoare rotundă, aceeași pentru toate punctele.

Procedeul cotei medii aritmetice. În practică, acest procedeu se folosește când cotele s-au determinat pentru centrul fiecărui pătrat sau dreptunghi din rețeaua de nivelment geometric executată în interiorul parcelei. În asemenea situație cota medie a parcelei se obține cu aceeași precizie ca și în cazul determinării cotei medii ponderate. Cota medie a parcelei rezultă din relația:

$$H_M = \frac{H_1 + H_2 + \cdots + H_n}{n} \tag{14.75}$$

în care:

H_M este cota medie a parcelei, în m;

$H_1, H_2, \ldots, H_n$ - cotele punctelor de la centrele carourilor rețelei de nivelment, în m;

n - numărul de puncte din rețea.

Procedeul cotei medii aritmetice aplicat în cazul punctelor cotate la centrele carourilor este economic atât la ridicarea nivelitică dar mai ales la calculul nivelării întrucât numărul punctelor cu care se operează este mai mic.

Calculul cotei medii definitive și calculul volumului de terasamente se efectuează ca și în cazul procedeului cotei medii ponderate la parcelele de formă regulată.

Aplicarea pe teren a proiectului de nivelare în plan orizontal. Este precedată de trasarea canalelor de alimentare și evacuare, începând cu rețeaua principală și terminând cu cea terțiară.

După marcarea cu picheți a axelor canalelor, se determină cotele lor prin nivelment geometric, se întocmesc fișele de gabaritaj și pe baza acestora se trasează profilurile transversale ale canalelor pornind de la canalele de ordin

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

superior şi trecând treptat la cele de ordin inferior. Odată cu trasarea canalelor terţiare se marchează şi axele digulețelor transversale care separă parcelele pe lungime.

În vederea execuţiei, atât la digulețele transversale cât şi la cele longitudinale se marchează cu gabarite înălţimea, lăţimea la coronament şi lăţimea amprizei. Prin marcarea amprizelor digulețelor se obţin limitele parcelei de nivelat şi deci suprafaţa utilă a acesteia.

Pentru execuţia nivelării, se picheteză fiecare parcelă în caroiaj, cu latura de 10 - 15 m, pornind de la limitele interioare ale amprizelor şi măsurând distanţele cu pasul. Se marchează mai întâi punctele de pe marginea parcelei iar cele din interior se determină prin intersecţii de aliniamente cu jaloanele.

La această pichetare, picheţii nu se bat ci numai se înfig uşor în pământ, urmând să fie bătuţi la cota definitivă după calculul acesteia.

După pichetarea punctelor, se staţionează cu aparatul de nivel în parcelă, astfel încât să se poată face legătura cu reperul din parcela vecină şi să fie posibilă vizarea mirei, aşezată pe teren lângă toate punctele caroiajului.

Se disting două procedee de aplicare a proiectului de nivelare în plan orizontal şi anume: procedeul cu baterea picheţilor la cota medie definitivă şi procedeul fâşiei de nivelare sau al aşa-zisei „poze".

Procedeul cu baterea picheţilor la cota medie definitivă de nivelare. Se efectuează în carnetul de teren schiţa orientată a parcelei de nivelare (fig. 14.60) iar sub schiţă, pe aceeaşi pagină, se liniază un tabel cu 6 coloane în care se notează numerele şi citirile pe miră la punctele caroiajului, după cum acestea se află în colţurile, marginile sau în interiorul parcelei (tab. 14.11).

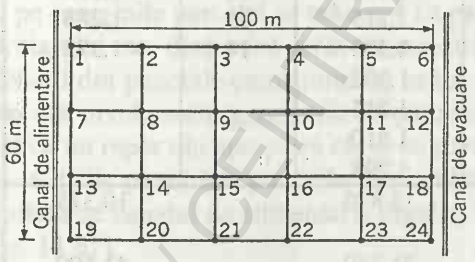


Fig. 14.60 Schiţa orientată a parcelei nr. 3

Se staţionează cu aparatul de nivel într-un punct cu cât mai multe vizibilităţi, se vizează şi se citeşte mira aşezată pe reperul care transmite cota la parcelă (de exemplu R_3) şi apoi se citeşte mira aşezată pe un pichet în parcela precedentă (parcela numărul 2) unde picheţii au fost bătuţi la cota definitivă. De asemenea, se efectuează citirile în toate punctele parcelei (se presupune că toate sunt vizibile dintr-o singură staţie) pe mira aşezată vertical pe teren, lângă fiecare punct al caroiajului.

După efectuarea citirilor (C) pe miră, se lasă aparatul nemişcat în staţie şi se calculează citirea medie ponderată (C_{mp}).

$$C_{mp} = \frac{\sum C_{colţ} + 2 \cdot \sum C_{margine} + 3 \cdot \sum C_{colţ\ intrand} + 4 \cdot \sum C_{interior}}{\sum p} \quad (14.76)$$

În exemplul din tabelul 14.11, $C_{mp} = 1.307$ mm. La citirea medie ponderată trebuie să se adauge adâncimea de săpătură (h_{sp}) corespunzătoare sarcinii parcelei (V_{sp}). Dacă se consideră că parcela din exemplul dat are sarcina de terasamente $V_{sp} = 150$ m^3 şi aria utilă de 6.000 m^2, atunci:

$$h_{sp} = \frac{V_{sp}}{S} = \frac{150}{6.000} = 0,025 \text{ m} \quad (14.77)$$

Citirea medie definitivă (C_{md}) va fi:

$$C_{md} = C_{mp} + h_{sp} = 1.307 + 0.025 = 1.332 \text{ mm} \quad (14.78)$$

Tabelul 14.11

Înregistrarea citirilor pe mină şi calculul cotei medii ponderate

R_3 = 1.495		Parcela nr. 3		Parcela nr. 2 = 1.397	
Colţ		Margine		Interior	
Nr. punct	Citiri pe miră	Nr. punct	Citiri pe miră	Nr. punct	Citiri pe miră
1	1.288	2	1.216	8	1.185
6	1.315	3	1.382	9	1.244
24	1.320	4	1.411	10	1.315
19	1.260	5	1.425	11	1.316
		12	1.352	17	1.380
		18	1.411	16	1.275
		23	1.215	15	1.288
		22	1.333	14	1.372
		21	1.302		
		20	1.215		
		13	1.310		
		7	1.298		
Σ	5.183		15.870		10.375
p	1		2		4
$p \cdot \Sigma$	5.183		31.740		41.500
Suma produselor			= 5.183 + 31.740 + 41.500 = 78.423 mm		
Suma ponderilor			= 4· 1 + 12 · 2 + 8 · 4 = 60		
Citirea medie ponderată (C_{mp})			= 78.423 : 60 = 1.307 mm		
Aria parcelei (S)			= 60 · 100 = 6.000 m^2		
h_s			= 150 m^3 : 6.000 m^2 = 0.025 m		
Citirea medie definitivă (C_{md})			= 1.307 + 0.025 = 1.332 mm		
Cota medie definitivă (H_{Md})			= 44,275 + 1,495 - 1,332 = 44,438 m		

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Valoarea *1.332* trebuie citită pe miră în fiecare punct pentru a avea cota planului orizontal de nivelare.

Se obişnuieşte să se dea parcelei o mică pantă ($i = 0{,}0005$) de la canalul de alimentare spre canalul de evacuare în scopul uşurării evacuării apei. În acest scop, picheţii din vecinătatea canalului de evacuare se bat la valoarea citirii medii definitive pe miră (*1.332* mm). Pentru următorul şir de picheţi, diferenţa de nivel corespunzătoare pantei de 0,0005 şi distanţei de 20 m este de $h = 0{,}0005 \cdot 20 = 0{,}001$ m. Deci citirea medie definitivă pentru al doilea rând de picheţi va fi *1.333* mm ş. a. m. d.

Baterea picheţilor la cota medie definitivă se realizează de un lucrător echipat cu o cazma şi un mai de mână, fiind dirijat de operatorul care citeşte pe miră.

Pentru legătura nivelitică între parcele, se calculează cota absolută medie definitivă a planului de nivelare, cu relaţia:

$$H_{Md} = H_R + C_R - C_{md} \qquad (14.79)$$

în care:

H_{Md} este cota medie definitivă a planului de nivelare, în m;

H_R - înălţimea absolută a reperului care transmite cota (în exemplul considerat, $R_3 = 44.275$ m);

C_R - citirea pe mira aşezată pe reperul R (R_3), în m.

C_{md} - citirea medie definitivă, în m.

$$H_{Md} = 44{,}275 + 1{,}495 - 1{,}332 = 44{,}438 \text{ m} \qquad (14.80)$$

Procedeul fâşiei de nivelare sau al „pozei". În parcela delimitată de diguleţe se pichetează un caroiaj cu latura de 15 - 20 m. Distanţa între punctele de pe marginile parcelei se măsoară cu pasul iar în interior, poziţiile punctelor caroiajului se determină prin intersecţii de aliniamente, folosind jaloane. Picheţii din punctele caroiajului nu se bat ci numai se înfig în pământ. Apoi se execută nivelmentul geometric în parcelă şi se realizează legătura nivelitică, atât cu un reper din apropiere cât şi cu parcela vecină nivelată.

Citirile pe miră în punctele caroiajului se înregistrează într-o fişă orientată, limitată de canalul de alimentare, diguleţele transversale şi canalul de evacuare (fig. 14.61).

Fâşia sau „poza" astfel întocmită poartă numele (numărul) din proiectul de execuţie iar înscrierea citirilor efectuate pe miră se face pe liniile paralele cu diguleţele transversale.

Se calculează citirea medie ponderată sau chiar numai citirea medie aritmetică, se apreciază sarcina parcelei şi se determină adâncimea de săpătură corespunzătoare sarcinii parcelei. La citirea medie se adaugă adâncimea corespunzătoare sarcinii de terasamente a parcelei şi se obţine citirea medie definitivă.

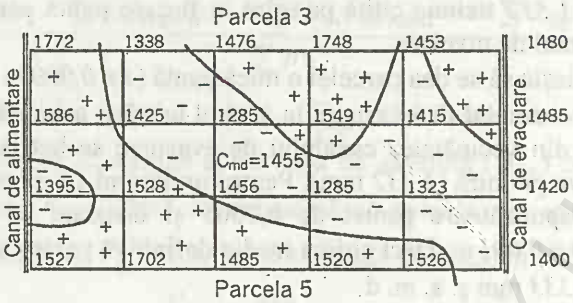


Fig. 14.61 Schiţa fâşiei de nivelare

Se compară citirile pe miră în punctele caroiajului cu citirea medie definitivă şi se delimitează pe schiţă printr-o curbă de nivel, zonele de săpătură (cu citiri mai mici decât citirea medie definitivă) şi zonele de umplutură (cu citiri mai mari decât citirea medie definitivă). Zonele de săpătură se notează cu semnul minus, de culoare roşie iar zonele de umplutură, cu semnul plus, de culoare albastră.

Această fişă sau poză întocmită de proiectant se predă mecanicului terasier pentru executarea nivelării cu screperul.

După ce se execută nivelarea aproximativă a parcelei, se întocmeşte o nouă poză care, de asemenea, se predă mecanicului terasier pentru remedieri.

Nivelarea se consideră realizată dacă la nivelmentul geometric, efectuat după nivelare, nu apar erori mai mari ± 5 cm faţă de cota medie definitivă a parcelei.

14.8.2 Nivelarea capitală în pantă

Nivelarea în pantă a terenului pentru circulaţia normală a apei pe suprafaţa irigată şi în stratul activ de sol este specifică metodei de udare prin scurgere la suprafaţă.

Unitatea de lucru la nivelarea în pantă este parcela de nivelare, reprezentând suprafaţa nivelată a terenului care asigură condiţii optime pentru udarea culturilor agricole pe un grup de brazde sau fâşii de udare.

Parametrii parcelei de nivelare sunt: lungimea, lăţimea şi panta.

Lungimea parcelei de nivelare este egală cu lungimea brazdelor sau a fâşiilor de udare.

Lăţimea parcelei de nivelare depinde de latura caroiajului nivelmentului geometric realizat în vederea nivelării, panta terenului pe direcţia transversală, caracteristicile microreliefului, mărimea economică a volumului de terasamente, durata nivelării de exploatare şi lăţimea grupului de brazde sau de fâşii pe care se udă simultan. Cu cât parcela de nivelare este mai îngustă, cu

atât cubajul specific (m^3/ha) este mai redus şi invers dar, o parcelă prea îngustă se denivelează uşor prin lucrările agricole. În general, este bine ca lăţimea parcelei de nivelare să fie cât mai apropiată de lăţimea de udare pe un grup de brazde sau de fâşii succesive.

În funcţie de latura caroiajului (20, 25 sau 30 m) şi de metoda analitică folosită la proiectare, lăţimea parcelei de nivelare poate fi de 40 m, 50 m sau 60 m. Lăţimea de 40 m este potrivită pentru terenurile cu microrelieful bine exprimat iar cea de 60 m, pentru cele plan-orizontale, uniforme.

Panta de nivelare poate fi considerată fie numai pe direcţie longitudinală, fie atât pe direcţie longitudinală cât şi transversală. Varianta de parcelă de nivelare cu 2 pante este mai economică în ceea ce priveşte volumul de terasamente, faţă de aceeaşi parcelă nivelată într-o singură pantă. Cu toate acestea, parcela nivelată într-o singură pantă (longitudinală) oferă condiţii mai bune de trecere de la udarea prin brazde la udarea prin fâşii. Pe terenurile cu panta relativ mare pe 2 direcţii (longitudinală şi transversală), pentru reducerea cubajului specific de nivelare, se poate proiecta nivelarea cu 2 sau mai multe valori ale pantei longitudinale şi transversale, obţinându-se ceea ce se numeşte *modelarea terenului pentru irigaţii.*

Mai multe parcele de nivelare alăturate care au aceeaşi direcţie şi sens pentru brazdele de udare, astfel încât să fie posibilă executarea în aceleaşi condiţii a lucrărilor agricole pe întreaga suprafaţă aferentă, alcătuiesc un *sector de nivelare.*

Metodele cunoscute, de proiectare şi de calcul ale nivelării în pantă, pot fi grupate în 2 categorii principale:

- ✓ metode analitice, în care se includ: *metoda celor mai mici pătrate*, *metoda poliedrelor*, *metoda reziduurilor simetrice* ş. a.;
- ✓ metode empirice, care cuprind: *metoda profilurilor*, *metoda profilurilor medii*, *metoda clapelor de pian* ş. a.

Metodele analitice sunt riguroase dar au dezavantajul unui volum mare de calcule.

Metodele empirice sunt potrivite pentru studii generale, la nivelarea terenului pentru udarea prin aspersiune, pentru combaterea eroziunii solului etc.

Dintre metodele analitice, cea mai largă folosire o are metoda celor mai mici pătrate care, în ţara noastră a fost aplicată pentru prima dată la calculul nivelării pe unele suprafeţe din sistemul de irigaţie Terasa Brăilei.

Metoda celor mai mici pătrate, presupune parcurgerea următoarelor etape de lucru: culegerea datelor nivelitice, calculul nivelării, trasarea şi executarea lucrărilor de nivelare.

În parcela care urmează să fie nivelată se execută ridicarea nivelitică prin nivelment geometric în caroiaj, cu latura de 20, 25 sau 30 m (în funcţie de microrelieful terenului), obţinându-se un plan cotat.

La calculul nivelării prin metoda celor mai mici pătrate se folosesc cotele medii ale centrelor pătratelor din caroiaj şi pentru uşurarea calcului se determină şi se întrebuinţează cotele relative, înscrise într-o schiţă orientată pe direcţia axelor de coordonate.

Metoda celor mai mici pătrate permite stabilirea precisă a pantei optime corespunzătoare mişcării unui volum minim de terasamente pentru realizarea nivelării, atât pe direcţia longitudinală a caroiajului sau a parcelei de nivelare (I_y), cât şi pe direcţia transversală (I_x).

Formulele pentru calculul pantei optime au fost stabilite de *Marr* şi au fost modificate ulterior de *Halchias* şi *Ricci*.

Formulele propuse de *Marr* pentru calculul pantei optime au forma:

$$I_x = \frac{\sum(X_n \cdot H_n) - \frac{\sum H_n \cdot \sum X_n}{n}}{a\left[\sum\left(X_n^2\right) - \frac{(\sum X_n)^2}{n}\right]} \tag{14.81}$$

$$I_y = \frac{\sum(Y_m \cdot H_m) - \frac{\sum H_m \cdot \sum Y_m}{m}}{a\left[\sum\left(Y_m^2\right) - \frac{(\sum Y_m)^2}{m}\right]} \tag{14.82}$$

iar relaţiile modificate de *Halchias* şi *Ricci* sunt:

$$I_x = \frac{12\sum X_n \cdot H_n - 6\left[(n+1)\cdot \sum H_n\right]}{a \cdot n(n-1)(n+1)} \tag{14.83}$$

$$I_y = \frac{12\sum Y_m \cdot H_m - 6\left[(m+1)\cdot \sum H_m\right]}{a \cdot m(m-1)(m+1)} \tag{14.84}$$

în care:

I_x, I_y reprezintă panta optimă pe direcţia axei X (perpendiculară pe brazdele sau fâşiile de udare) şi respectiv, pe direcţia axei Y (în lungul elementelor active de udare);

X_n - numărul de ordine al liniilor de intersecţie a caroiajului cu axa X;

Y_n - numărul de ordine al liniilor de intersecţie a caroiajului cu axa Y;

H_n - cota medie a fiecărei linii perpendiculare pe axa X;

H_m - cota medie a fiecărei linii perpendiculare pe axa Y;

n - numărul liniilor caroiajului, perpendiculare pe axa X;

m - numărul liniilor caroiajului, perpendiculare pe axa Y;

a - lungimea laturii caroiajului, în m.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

La calculul nivelării prin această metodă se preferă formulele lui *Halchias* şi *Ricci* care, de fapt, sunt expresiile simplificate ale formulelor lui *Marr*. Relaţiile de calcul propuse de *Halchias* şi *Ricci* sunt mai convenabile pentru că elimină ridicările la pătrat şi reduce numărul operaţiilor de calcul.

Valorile negative pentru (I_x) exprimă descreşterea cotelor de proiectare dinspre stânga spre dreapta iar valorile pozitive ale pantei optime pe direcţia (X) arată creşterea cotelor de nivelare de la stânga spre dreapta schiţei parcelei.

Pentru (I_y), valorile negative exprimă descreşterea cotelor de nivelare de sus în jos.

După calculul pantei optime (sub aspectul volumului minim de terasamente), se observă dacă valorile obţinute sunt corespunzătoare pentru panta brazdelor sau ale fâşiilor de udare. Dacă este necesar, panta optime se modifică pentru a se încadra în limitele convenabile udării prin brazde sau prin fâşii. Se are în vedere că diferenţele mari ale pantei adoptate pentru nivelare, faţă de panta optimă reieşită din calcul, determină creşterea volumului de terasamente.

În continuare, se calculează cota medie a parcelei de nivelare:

$$H_M = \frac{\sum h_i}{N} \tag{14.85}$$

în care:

H_M - reprezintă cota medie a parcelei, în m;
h_i - cota terenului în centrul fiecărui pătrat din reţea, în m;
n - numărul de puncte ale reţelei de caroiaj.

După această operaţie se calculează cota de nivelare (de proiectare) a centrului fiecărui pătrat din reţeaua de caroiaj a parcelei:

$$h_p = H_M \pm I_y \cdot d_m \pm I_x \cdot d_n \tag{14.86}$$

în care:

h_p - este cota de nivelare a punctului considerat, în m;
I_x, I_y - panta de nivelare pe direcţiile X şi Y;
d_n - depărtarea de la centrul parcelei până la punctul considerat, pe direcţia X, în m;
d_m - depărtarea de la centrul parcelei până la punctul considerat, pe direcţia Y, în m.

Dacă se adoptă o singură valoare a pantei de nivelare, pe direcţia transversală parcela este orizontală iar relaţia (14.86) devine:

$$h_p = H_M \pm I_y \cdot d_m \tag{14.87}$$

sau:

$$h_p = H_M \pm I_x \cdot d_n \tag{14.88}$$

După determinarea cotelor de nivelare se verifică exactitatea calculului prin îndeplinirea următoarelor 2 condiţii:

BOUAS / CTA UNIVERSITY LIBRARY

✓ media aritmetică a cotelor proiectate în cele 4 colțuri ale parcelei de nivelare să fie egală cu cota medie a parcelei, adică:

$$\frac{\sum_{1}^{4} h_p}{4} = H_M$$

și

✓ suma cotelor proiectate să fie egală cu suma cotelor terenului ($\sum h_p = \sum h_i$). Dacă nu sunt îndeplinite condițiile de mai sus, calculul trebuie refăcut întrucât este eronat.

Mai departe, se efectuează calculul adâncimilor de săpătură și înălțimilor de umplutură. În acest scop, pentru fiecare punct se calculează diferența între cota proiectată (h_p) și cota terenului (h_i), rezultând valori pozitive (înălțimi de umplutură) și valori negative (adâncimi de săpătură). Exactitatea calculului se verifică cu relația:

$$\sum s = \sum u \qquad (14.89)$$

în care:

$\sum s$ - este suma adâncimilor de săpătură (cm), în valoare absolută;

$\sum u$ - suma înălțimilor de umplutură, în cm.

Când se lucrează cu 2 zecimale, sunt posibile mici diferențe între ($\sum s$) și ($\sum u$).

Datorită compactării produsă de mașinile terasiere în parcursurile lor de lucru peste volumele de pământ depuse în zonele depresionare, sau a unor tasări ulterioare care se produc la terasamentele de umplutură, este necesar să se suplimenteze volumul de săpătură.

Raportul între săpătură și umplutură se recomandă să fie cuprins între 1,20÷1,30, în funcție de alcătuirea granulometrică și de starea de umiditate ale solului, felul utilajelor folosite etc. Pentru obținerea acestui raport se adună algebric la cota de proiectare a fiecărui punct o valoare negativă (-1 cm sau altă valoare); în consecință adâncimile de săpătură cresc în valoare absolută iar înălțimile de umplutură se micșorează.

Prin această operație trebuie satisfăcută condiția:

$$1{,}2 < \frac{|\sum s'|}{\sum u'} < 1{,}3 \qquad (14.90)$$

în care:

$|\sum s'|$ - reprezintă suma, în valoare absolută, a adâncimilor de săpătură corectate, în cm;

$\sum u'$ - suma înălțimilor de umplutură corectate, în cm.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Calculul aproximativ al volumelor de terasamente se efectuează cu relaţiile:

$$V_s = |\sum s'| \cdot a^2$$
$$V_u = \sum u' \cdot a^2 \qquad (14.91)$$

în care:

V_s - este volumul de săpătură, în m^3;

V_u - volumul de umplutură, în m^3;

$|\sum s'|$ şi $\sum u$ - au semnificaţia precizată mai sus dar se exprimă în m;

a - latura pătratelor din reţeaua de caroiaj, în m.

Calculul riguros al volumelor de terasamente se efectuează având în vedere fiecare pătrat al reţelei de caroiaj. Pătratele se pot afla în 2 situaţii: pătratul este în întregime *în săpătură* sau *în umplutură*; pătratul se găseşte *parţial în săpătură* şi *parţial în umplutură*.

Pentru primul caz, volumele se calculează cu relaţiile:

$$V_s = |\sum s'| \cdot \frac{S}{4 \cdot 100} \quad \text{şi} \quad V_u = \sum u' \cdot \frac{S}{4 \cdot 100} \qquad (14.92)$$

în care:

V_s - este volumul de săpătură, în m^3;

V_u - volumul de umplutură, în m^3;

$|\sum s'|$ - suma adâncimilor de săpătură corectate (în valoare absolută) în cele 4 colţuri ale caroului considerat, în cm;

$\sum u$ - suma înălţimilor de umplutură în cele 4 colţuri ale caroului considerat, în cm;

S - aria pătratului, în m^2.

Pentru cazul când colţurile pătratului sunt parţial în săpătură şi parţial în umplutură, formulele de calcul ale volumelor de terasamente sunt:

$$V_s = \frac{(\sum s')^2}{|\sum s'| + \sum u'} \cdot \frac{S}{4 \cdot 100} \quad \text{şi} \quad V_u = \frac{(\sum u')^2}{|\sum s'| + \sum u'} \cdot \frac{S}{4 \cdot 100} \qquad (14.93)$$

La suprafeţele marginale ale caroiajului sau în cazul când parcelele de nivelare cuprind porţiuni marginale neregulate, datorate unor limite obligate, formulele generale de calcul sunt:

$$V_s = \frac{(\sum s')^2}{|\sum s'| + \sum u'} \cdot \frac{S'}{n \cdot 100} \quad \text{şi} \quad V_u = \frac{(\sum u')^2}{|\sum s'| + \sum u'} \cdot \frac{S'}{n \cdot 100} \qquad (14.94)$$

în care:

n - reprezintă numărul de puncte;

S' - aria suprafeţei neregulate, sau a porţiunii de carou, în m^2.

BCU "GHEORGHE ASACHI" IAŞI - CENTRUL DE CULTURĂ

Dacă din diferite motive, parcela nu poate avea forma rectangulară, se urmăreşte realizarea unei reţele de paralelograme regulate şi de asemenea, determinarea, cu rigurozitatea posibilă, a centrului de greutate al parcelei. În continuare, metodologia de calcul este la fel cu cea descrisă.

Când din parcela care urmează să fie nivelată trebuie să se extragă un volum de pământ (V_{s_1}), necesar pentru executarea unor ramblee (la canale, diguri, drumuri etc) se stabileşte suma adâncimilor de săpătură($\sum s_1$) necesară pentru obţinerea volumului (V_{s_1}). Pentru aceasta, la fiecare adâncime de săpătură se adună algebric o mărime (-*r*), în cm, astfel ca:

$$V_{st} = V_s + V_{s_1} \tag{14.95}$$

în care:

V_{s_t} - este volumul de săpătură total, în m^3;

V_s - volumul de săpătură pentru nivelare, în m^3;

V_{s_1} - volumul suplimentar de săpătură, în m^3.

Proiectarea nivelării trebuie să aibă în vedere şi grosimea maximă a stratului de sol decapat prin acţiunea maşinilor terasiere. Dacă adâncimile de săpătură sunt mari încât duc la defertilizarea unor zone, se aplică nivelarea cu două valori ale pantei, sau se reduc dimensiunile parcelei de nivelare, sau se renunţă la nivelare, trecându-se de la udarea prin scurgere la suprafaţă la udarea prin aspersiune.

Metoda profilurilor (din categoria metodelor empirice) este frecvent utilizată în proiectarea lucrărilor de nivelare pentru irigaţii. Metoda oferă rezultate bune mai ales pe terenurile cu panta mică pe linia perpendiculară faţă de direcţia de udare.

Se disting mai multe moduri de aplicare a acestei metode de nivelare. Una dintre cele mai simple variante implică următoarea succesiune a etapelor de lucru:

- ✓ stabilirea fâşiilor de nivelare în concordanţă cu orientarea elementelor reţelei de irigaţii şi panta terenului;
- ✓ executarea unui caroiaj cu latura pătratelor de 20 - 25 m şi aliniamentele orientate paralel (respectiv perpendicular) cu direcţia de udare;
- ✓ executarea nivelmentului geometric al acestui caroiaj;
- ✓ determinarea pantei medii a terenului pe direcţia de udare; în funcţie de panta medie a terenului pe direcţia de udare şi panta necesară pentru irigare se alege panta de nivelare (deci panta de nivelare nu se mai determină riguros pentru condiţia volumului minim de terasamente);
- ✓ calculul cotei medii a parcelei, considerând această valoare drept cotă de proiectare pentru punctul situat la mijlocul parcelei;

BCU "ION CREANGĂ" UNIVERSITY LIBRARY

✓ stabilirea diferenței de nivel (Δh) dintre punctele consecutive ale planului de nivelare pe direcția de udare, înmulțind distanța (latura caroiajului sau multiplu al acesteia) cu panta de proiectare;

✓ stabilirea cotelor de proiectare pornind de la punctul central de cotă medie și cumulând, din aproape în aproape, diferența de nivel (Δh) pentru fiecare din punctele situate spre extremitatea amonte a parcelei de nivelare; pentru punctele situate în jumătatea aval, cotele de proiectare se determină scăzând cumulativ valorile (Δh);

✓ efectuarea diferențelor între cotele de proiectare și cotele terenului pentru determinarea adâncimilor de săpătură și a înălțimilor de umplutură;

✓ corectarea adâncimilor de săpătură și a înălțimilor de umplutură, adăugând algebric la cota fiecărui punct (-1 cm sau o valoare apropiată), astfel ca raportul între suma adâncimilor de săpătură și suma înălțimilor de umplutură să fie cuprins între 1,2 și 1,3;

✓ calculul volumului de săpătură (V_s) și al volumului de umplutură (V_u):

$$V_s = l^2 \cdot \sum h_{s'} \text{ și } V_u = l^2 \cdot \sum h_{u'} \qquad (14.96)$$

în care:

l este latura pătratului caroiajului, în m;

$\sum h_{s'}$ - suma, în valoare absolută, adâncimilor de săpătură corectate, în m;

$\sum h_{u'}$ - suma înălțimilor de umplutură corectate, în m;

Aplicarea pe teren și executarea lucrărilor de nivelare în plan înclinat. Perioada optimă executării nivelării pentru irigații este, în general, la sfârșitul verii și începutul toamnei când terenul - liber de vegetație - este uscat și relativ tasat.

Înainte de aplicarea pe teren a proiectului de nivelare, se delimitează parcelele de nivelat cu brazde, se curăță de cioate și bolovani suprafețele parcelelor și se controlează țărușii plantați la ridicarea nivelitică. Eventualii țăruși lipsă se completează. În continuare, se marchează și se semnalizează punctele în vederea executării nivelării propriu-zise.

Se deosebesc mai multe procedee: cu punct și martor colorat, cu punct și baliză cu ștachet, cu țăruși bătuți la cotă și semnalizați cu balize colorate și procedeul cu fișă reper. Primele trei procedee folosesc pentru marcarea și semnalizarea punctelor materialul lemnos, recuperabil în proporție redusă, costisitor, greu transportabil etc. De aceea, pentru marcarea și semnalizarea punctelor de nivelare se folosesc frecvent fișele - reper.

Fișa - reper (fig. 14.62) se compune dintr-o vergea de fier, lungă de 75 cm. Vergeaua are sudată o traversă de 16 cm, la depărtarea de 15 cm de capătul care se înfige în pământ. La partea superioară, mai este sudată de vergea o placă cu dimensiunile 10 x 15 cm. Capătul superior al fișei - reper are un inel care permite înșirarea fișelor pe un alt inel metalic, în vederea transportului.

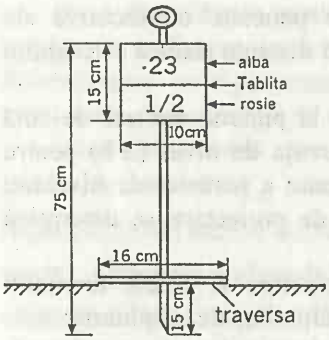


Fig. 14.62 Schiţa unei fişe - reper

Pe placa fişei - reper se scrie sub formă de fracţie ordinară numărul punctului şi numărul fâşiei (benzii). Deasupra acestui raport se înscrie cu cretă roşie, adâncimea de săpătură şi cu cretă albastră, înălţimea de umplutură. Aceste dimensiuni se socotesc de la nivelul traversei fişei - reper.

Nivelarea propriu-zisă se poate realiza prin metoda benzilor cu interspaţii (fig. 14.63), folosindu-se screperul. Metoda asigură eficienţa maximă la executarea nivelării pe fâşii.

Fazele procesului tehnologic sunt următoarele:

✓ recunoaşterea unei benzi-reper pe marginea fâşiei de nivelare, având lăţimea egală cu lăţimea de lucru a screperului; mecanicul face recunoaşterea acestei benzi prin parcurgere cu piciorul;

✓ nivelarea benzii-reper prin parcurgerea cu screperul în mai multe treceri; săpăturile şi umpluturile se execută în straturi de 10÷15 cm;

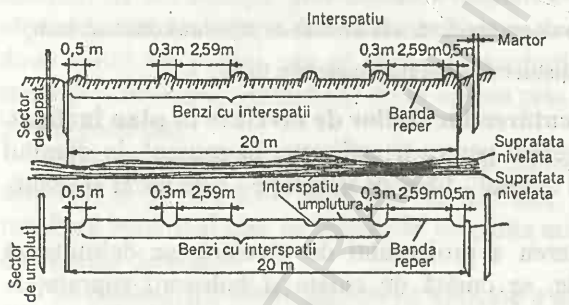


Fig. 14.63 Schema de execuţie a nivelării prin metoda benzilor cu interspaţii

✓ nivelarea celorlalte benzi, până la cuprinderea integrală a lăţimi fâşiei; între benzile nivelate se lasă interspaţii de câte 30 cm;

✓ nivelarea interspaţiilor prin deplasarea longitudinală a screperului (în lungul fâşiei de nivelare);

✓ verificarea nivelării, şi realizarea remedierilor, marcându-se punctele de săpătură şi de umplutură;

✓ scoaterea balizelor dintre fâşii şi executarea nivelării zonelor pichetate între fâşii, screperul deplasându-se tot longitudinal;

✓ executarea nivelării fâşiilor pe direcţie transversală;

✓ finisarea lucrării cu nivelatorul, parcurgând în prima fază fâşiile longitudinal şi apoi, transversal;

✓ verificarea nivelării şi rectificarea greşelilor; pentru aceasta se reconstituie caroiajul şi se compară cotele de execuţie cu cele din proiect; diferenţele mai mari de ± 5 cm se remediază cu nivelatorul sau cu screperul.

Recepţia preliminară a lucrării implică realizarea de către executant a unor profiluri topografice de sondaj, orientate pe aliniamente longitudinale, pe 20 %

din suprafața nivelată. În cazul metodei de udare prin scurgere la suprafață, toleranța este de ± 5 cm față de cotele proiectate.

Recepția definitivă se face prin proba cu apă.

14.8.3 Nivelarea de exploatare

Anual sau bienal este necesară nivelarea de exploatare, prin care se desființează denivelările apărute la efectuarea lucrărilor agricole și la mobilizarea solului pentru crearea unor elemente ale rețelei provizorii de irigație.

Se disting:

- ✓ nivelarea de exploatare cu corectarea dirijată a denivelărilor;
- ✓ nivelarea de exploatare curentă.

Nivelarea de exploatare cu corectarea dirijată a denivelărilor se execută, în general, în primii ani de exploatare a sistemului de irigații pentru a se elimina deficiențele nivelării capitale, constatate în intervalele de aplicare a udărilor sau, pentru a remedia denivelările create de tasarea neuniformă a terenului. Se mai aplică și atunci când se trece de la udarea prin brazde la udarea prin fâșii ori când se modifică lungimea brazdelor sau fâșiilor de udare. Lucrarea se execută folosind screpere, buldozere și nivelatoare.

Nivelarea de exploatare curentă este lucrarea de întreținere a nivelării capitale și constă în netezirea terenului pe direcția de udare cu ajutorul nivelatoarelor tractate.

Lucrările nivelării de exploatare se execută după eliberarea terenului, executarea unei arături superficiale și a unei discuiri. Arătura se execută perpendicular pe direcția de nivelare.

14.9 Exploatarea hidrotehnică și întreținerea sistemelor de irigații

Exploatarea sistemelor de irigații la valorile parametrilor proiectați și asigurarea duratei optime de funcționare a acestora sunt dependente de respectarea normelor de funcționare și de efectuare la timpul potrivit a lucrărilor de întreținere.

Sporirea producției agricole pe terenurile irigate, în condițiile folosirii raționale a apei și protecției solului împotriva degradării este subordonată în ansamblu, atât exploatării și întreținerii hidrotehnice a sistemelor de irigații cât și exploatării agricole a suprafeței amenajate. De aceea, încă din faza de proiectare a amenajărilor de irigații trebuie să se stabilească rațional:

- ✓ dimensiunile și limitele fermelor de producție și ale solelor, în funcție de normele organizării teritoriului, schema hidrotehnică a amenajării și zona de influență a canalelor sau conductelor de ultimul ordin;

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

✓ structura culturilor pe fiecare unitate agricolă şi pe sistem, în corelaţie cu capacitatea de transport a reţelei de irigaţii;

✓ amplasarea culturilor în funcţie de consumul de apă şi capacitatea de transport a reţelei (culturile cu consum mare de apă şi perioadă îndelungată de udare se amplasează cât mai aproape de sursă);

✓ direcţia rândurilor de plante şi posibilităţile de mutare mecanizată a aripilor de udare;

✓ graficul de distribuire a apei pe unităţi şi graficul anual de udare;

✓ datele declanşării udărilor şi planul săptămânal de udare şi distribuire a apei pe ferme, în concordanţă cu precizările oferite de Centrele de prognoză şi de avertizare a udărilor;

✓ elementele tehnice ale udării;

✓ prioritatea de udare a culturilor în perioadele cu debit deficitar;

✓ programul de aplicare a lucrărilor de întreţinere, reparaţii şi revizie a amenajărilor interioare, construcţiilor hidrotehnice, canalelor, conductelor etc.

14.9.1 Planificarea şi distribuţia apei în sistemele de irigaţii

Planificarea şi distribuţia apei în sistemele de irigaţii trebuie să satisfacă cerinţele aprovizionării cu apă a plantelor cultivate, să asigure un nivel cât mai redus al pierderilor de apă, repartizarea raţională a volumelor de apă pe beneficiari şi folosirea economică a agregatelor de pompare, a reţelei de aducţiune- distribuţie precum şi a echipamentelor de udare.

Planificarea consumului de apă se întocmeşte având la bază schema hidrotehnică a sistemului, graficul anual al udărilor, graficul distribuţiei apei în sistem şi graficul de funcţionare a staţiilor de pompare.

Schema hidrotehnică se reprezintă grafic la scara 1:5.000 - 1:25.000 şi trebuie să cuprindă cât mai multe detalii ale amenajării, între care cele mai importante sunt:

✓ amplasamentele staţiilor de pompare, cu precizarea denumirii, debitului şi puterii instalate, a numărului şi tipului de agregate, a regimului de funcţionare etc;

✓ reţeaua de canale şi conducte cu specificarea denumirilor, capacităţii de transport, sensului de curgere a apei, pantei biefurilor, regimului de funcţionare etc; pentru conducte se precizează materialele de fabricaţie (azbociment, PREMO, oţel, mase plastice), diametrele şi debitele pe tronsoane, dispozitivele pentru reglarea debitului, dispozitivele de protecţie ş. a.;

✓ amplasamentele construcţiilor hidrotehnice de pe reţea, cu nominalizarea tipului de lucrare (stăvilar, podeţ, deversor, cădere etc) şi precizarea modului de funcţionare (manual, hidraulic, electric);

✓ traseele reţelelor electrice şi caracteristicile reţelei electrice care străbate teritoriul amenajat;

BCU "MIHAIL KOGĂLNICEANU" UNIVERSITY LIBRARY

✓ reţelele telefonice proprii, cu poziţiile posturilor de telefon sau radiotelefon şi nominalizarea zonelor de deservire;

✓ reţeaua căilor de comunicaţie, inclusiv zonele de protecţie;

✓ nominalizarea suprafeţelor irigate, pe metode de udare (scurgere la suprafaţă, aspersiune, udare localizată, submersiune);

✓ poziţiile conductelor de transport şi de udare, lungimea şi diametrul acestora, orientarea şi lungimea brazdelor sau fâşiilor de udare;

✓ schema de udare prin aspersiune, poziţia de start a aripilor de udare, sensul de mutare, numărul de aspersoare pe aripă, presiunea la aspersor, numărul aripilor de udare în funcţie pentru fiecare hidrant sau agregat mobil de pompare şi poziţiile succesive ale agregatelor de pompare;

✓ amplasarea culturilor irigate.

Graficul de udare (fig. 14.64) se elaborează anual pe baza elementelor regimului de irigaţie a culturilor irigate. Graficul de udare se întocmeşte atât pentru întreg sistemul de irigaţie cât şi pentru fiecare fermă sau unitate agricolă din sistem. Uneori, în cadrul marilor sisteme de irigaţii, graficul udărilor se întocmeşte separat pentru canalele distribuitoare şi nodurile hidrotehnice principale.

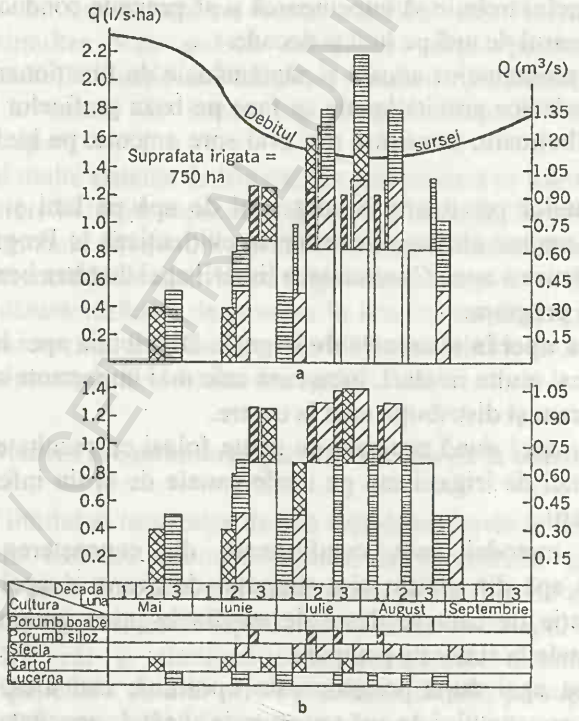


Fig. 14.64 Graficul anual de udare
a - necoordonat; b - coordonat

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Graficul de udare permite programarea funcţionării prizelor, staţiilor de pompare şi a reţelei de aducţiune-distribuţie, planificarea consumului de energie electrică, combustibil şi forţă de muncă şi, de asemenea, repartizarea echipamentului de udare pe sole, ferme, canale etc.

În primă aproximaţie se întocmeşte aşa-numitul *grafic de udare necoordonat* care prezintă vârfuri şi depresiuni accentuate ale necesarului de apă şi deci şi de energie, forţă de muncă, utilaje etc. Pentru diminuarea discontinuităţilor, în vederea asigurării exploatării raţionale a sistemului, se elaborează *graficul de udare coordonat*, modificând graficul iniţial.

Coordonarea graficului de udare se poate obţine prin:

- ✓ decalarea perioadelor de udare a culturilor cu 3 - 6 zile, de preferinţă înainte de declanşarea fenofazelor, micşorarea hidromodulilor fracţionari ai culturilor şi majorarea corespunzătoare a duratelor de udare sau invers, mărirea hidromodulilor şi micşorarea duratelor de udare;
- ✓ decalarea perioadelor de udare, concomitent cu modificarea hidromodulilor;
- ✓ renunţarea la irigarea plantelor de cultură mai rezistente la secetă sau cu importanţă economică mai redusă.

Pentru elaborarea graficului de udare al sistemului, unităţile agricole interesate (fermele) trebuie să întocmească şi să prezinte conducerii sistemului, tabelul cu necesarul de apă pe luni şi decade.

Stabilirea programelor anuale şi săptămânale de funcţionare a staţiilor de pompare şi a prizelor gravitaţionale se face pe baza graficelor de consum ale canalelor distribuitoare, transmise din aval spre amonte, pe biefurile canalului de aducţiune.

Sinteza datelor privitoare la consumul de apă pe luni şi decade pentru suprafeţele amenajate ale beneficiarilor se evidenţiază în Programul anual de livrare şi distribuire a apei. Contractarea livrării apei de către beneficiari se face pe baza acestui program.

Distribuţia apei în sistemele de irigaţii. Distribuţia apei la beneficiari se poate face în mai multe moduri, între care cele mai importante sunt: distribuţia apei după program şi distribuţia apei la cerere.

Distribuţia apei după program se poate folosi cu rezultate bune în cazul amenajărilor mici de irigaţii sau pe unele canale de ordin inferior din marile sisteme de irigaţii.

Aplicarea metodei este condiţionată de cunoaşterea prealabilă a consumului de apă din sistem şi a timpului de avans al apei pe reţeaua de canale, în funcţie de care se deschide stavila la priza gravitaţională sau se pornesc agregatele la staţia de pompare.

Distribuirea apei după program este oportună, mai ales, în condiţii de restricţionare a consumului de apă sau energie şi când capacitatea sistemului de transport şi înmagazinare nu permite distribuirea apei la cerere.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Umplerea cu apă a rețelei de canale se face din amonte spre aval - pe biefuri - şi trebuie terminată până în momentul declanşării udărilor. Această metodă de distribuție a apei implică folosirea stavilelor automate pentru reglarea nivelului şi debitului pe rețeaua de canale.

Determinarea precisă a consumului de apă şi respectarea riguroasă de către beneficiari a graficelor de udare sunt de mare importanță pentru eficiența metodei de distribuție a apei după program întrucât preluarea unui debit mai mare privează pe unii beneficiari de cantitatea de apă programată iar nerecepționarea debitului planificat duce la deversarea apei din canale în zonele de descărcare sau pe terenul de irigat.

Distribuția apei la cerere constă în repartizarea către fiecare beneficiar a volumului de apă necesar, în funcție de suprafața irigată şi hidromodulul de udare. Beneficiarii pot solicita livrarea volumului de apă contractată oricând şi în orice cantitate, cu condiția anunțării conducerii sistemului cu 48 - 72 ore înainte.

Metoda permite folosirea rațională a apei, pentru că face posibilă aplicarea udărilor în perioade scurte de timp, dar are dezavantajul că implică supradimensionarea rețelei de aducțiune - distribuție şi deci, majorarea investiției specifice de amenajare.

Avându-se în vedere că nu toate canalele distribuitoare de sector funcționează simultan s-au stabilit relații de calcul pentru determinarea probabilității medii de funcționare a acestor canale de distribuție încât s-a ajuns la *distribuția la cerere în limita capacității sistemului de transport şi înmagazinare a apei.*

La cele mai multe sisteme de irigație din țara noastră se foloseşte metoda de distribuire la cerere în limita capacității de debit proiectată, fie prin automatizare hidraulică cu comandă din aval, fie prin automatizare electrică pe bază de nivel şi debit. Această metodă de distribuire a apei diminuează investiția specifică de amenajare şi înlătură vârfurile de consum în luna cu maximă solicitare dar, nu permite aplicarea normei de udare pe suprafața ocupată de o plantă de cultură într-un timp mai scurt de 8 - 14 zile, de regulă 12 zile.

14.9.2 Prevenirea şi combaterea pierderilor de apă în sistemele de irigații

Caracterul limitat al resurselor de apă față de cerințele în continuă creştere pentru diversele sectoare economice duce la necesitatea gospodăririi cu deosebită grijă a apei. Prevenirea şi combaterea pierderilor de apă în sistemele de irigații se impun şi datorită faptului că pierderile de apă majorează, atât costul amenajării cât şi cheltuielile de exploatare, diminuând eficiența economică a irigației. Pe de altă parte, pierderile de apă pe suprafețele irigate contribuie la ridicarea nivelului freatic, favorizând, în anumite condiții hidrogeologice, salinizarea sau înmlăştinarea secundară a solului.

Pierderile de apă în sistemele de irigaţii se produc prin evaporaţie, infiltraţie, exfiltraţie şi datorită greşelilor care se comit în exploatarea sistemului.

Pierderile de apă prin evaporaţie sunt relativ mici pentru condiţiile din ţara noastră, reprezentând 1,0 - 1,5 % din debitul introdus în sistem. Se pot determina prin metode directe, cu ajutorul evaporimetrelor sau se pot estima cu diverse relaţii empirice elaborate pe baza factorilor care determină cerinţa de evaporaţie a atmosferei.

Pierderile de apă prin infiltraţie - din canalele necăptuşite - au valori mari şi de ele depinde, în cea mai mare măsură, randamentul sistemului de irigaţie.

Volumul pierderilor de apă prin infiltraţie din reţeaua canalelor din pământ necăptuşite variază între 300 şi 900 l/zi·m^2, fiind influenţat de:

- ✓ alcătuirea granulometrică a materialului din care este construit canalul;
- ✓ permeabilitatea terenului străbătut de canal;
- ✓ tipul constructiv de canal (rambleu, debleu - rambleu, debleu);
- ✓ parametrii geometrici şi hidraulici ai canalului;
- ✓ regimul de funcţionare a canalului (continuu, intermitent);
- ✓ caracteristicile regimului hidrologic în zona aferentă canalului.

Se consideră că valoarea acestor pierderi reprezintă 70 - 80 % din totalul pierderilor de apă din sistem.

Pierderile de apă prin infiltraţie sunt mai mari la darea în exploatare a canalelor şi se micşorează, de regulă, pe măsura funcţionării acestora.

Pierderile de apă prin exfiltraţie din canalele căptuşite constau din trecerea apei din canal prin căptuşeală, atunci când terenul pe care este aşezată îmbrăcămintea antifiltrantă are permeabilitatea mare, astfel că sub căptuşeală se creează o presiune apropiată de presiunea atmosferică. În procesul de exfiltraţie, pe lângă factorii care favorizează infiltraţia, un rol hotărâtor îl are natura căptuşelii precum şi tipul, densitatea şi starea rosturilor acesteia, în funcţie de care pierderile stabilizate pot varia între 3 - 210 l/zi·m^2 (după *Pleşa I.* şi colab., 1980).

Pierderile de apă datorită exploatării necorespunzătoare a sistemelor de irigaţii au drept cauze:

- ✓ distribuţia neraţională a apei pe canale;
- ✓ organizarea defectuoasă a aplicării udărilor,
- ✓ determinarea incorectă a debitelor la punctele de distribuţie;
- ✓ folosirea vanelor defecte;
- ✓ nivelarea imperfectă la udarea prin scurgere la suprafaţă;
- ✓ consumul incomplet a volumului de apă din reţeaua de canale la sfârşitul sezonului de irigaţii ş. a.

Determinarea pierderilor de apă prin infiltraţie (exfiltraţie) din reţeaua de canale a sistemelor de irigaţii se poate face folosind diverse relaţii empirice de calcul sau metode directe de determinare.

Între metodele de determinare directă, cele mai importante sunt:

- ✓ prin reținerea apei în secțiunea canalului;
- ✓ prin măsurarea debitului la intrarea și ieșirea apei din canal (tronson de canal);
- ✓ cu ajutorul permeametrului.

Metoda reținerii apei în secțiunea canalului (*metoda statică*) constă în izolarea unui tronson reprezentativ de canal, prin stăvilare sau batardouri*, umplerea acestuia cu apă (la nivelul de funcționare a canalului) și determinarea periodică a volumului de apă rămas în canal sau înregistrarea sistematică a volumului de apă adăugat pentru menținerea constantă a nivelului inițial al apei în canal.

Pierderile totale de apă din canal se exprimă în mm/zi·m^2 suprafață udată sau m^3/zi·m^2 suprafață udată. Pierderile de apă prin infiltrație se stabilesc scăzând din pierderile totale, pierderile prin evaporație care se determină, în paralel, cu ajutorul unui evaporimetru.

Metoda prin măsurarea debitului la intrare și ieșire pe un tronson de canal (*metoda dinamică*) implică instalarea la cele două extremități ale tronsonului de canal ales a câte unui dispozitiv pentru măsurarea debitului și efectuarea mai multor determinări de debit. Diferența între debitul măsurat în capătul amonte și debitul determinat simultan la extremitatea aval ale tronsonului de canal reprezintă debitul pierdut prin infiltrație și evaporație.

Metoda cu ajutorul permeametrului se aplică folosind un permeametru compus dintr-un cilindru de tablă, care se înfige în secțiunea canalului și care este în legătură - printr-un furtun flexibil - cu un vas cilindric în care se află apă. Nivelul apei în vasul cilindric, amplasat în vecinătatea canalului, se menține constant, la nivelul din canal, prin adăugare de apă. Cantitatea de apă adăugată reprezintă pierderile de apă prin infiltrație și evaporație.

Prevenirea și combaterea pierderilor de apă prin infiltrație.

Prevenirea pierderilor de apă în sistemele de irigații trebuie realizată prin măsuri care se impun, atât la proiectarea și execuția sistemului, cât și în perioada de exploatare.

Principalele măsuri care se au în vedere în faza de proiectare sunt:

- ✓ alegerea pentru canale a traseelor pe terenuri cu permeabilitatea redusă;
- ✓ evitarea rambleelor mari;
- ✓ proiectarea de canale cu debitul cât mai mare;
- ✓ asigurarea unui regim de exploatare cu cât mai puține canale având funcționare intermitentă;
- ✓ automatizarea distribuției apei ș. a.

---

* Construcții provizorii din palplanșe (ecrane de etanșare) cu grinzi de metal, beton sau lemn, utilizate la protejarea unor incinte în care se execută lucrări hidrotehnice sau pentru reținerea apei în incinte.

Măsurile din faza de execuţie care pot contribui la micşorarea pierderilor de apă prin infiltraţie cuprind:

- ✓ compactarea corespunzătoare a terasamentelor;
- ✓ execuţia ireproşabilă a îmbrăcămintei pentru căptuşirea canalelor;
- ✓ lucrări de calitate la construcţiile hidrotehnice de pe reţea.

Prevenirea şi diminuarea pierderilor de apă în timpul exploatării sistemului se pot realiza prin:

- ✓ distribuţia apei în strictă concordanţă cu graficul de udare;
- ✓ întreţinerea în cele mai bune condiţii a reţelei de canale;
- ✓ măsurarea riguroasă a debitelor derivate în nodurile de distribuţie.

Combaterea pierderilor de apă prin infiltraţie din reţeaua de canale se poate realiza, fie prin metode care reduc permeabilitatea pământului din care s-a construit canalul fie prin metode care constau în aplicarea pe pereţii laterali şi fundul canalului a unei căptuşeli (îmbrăcăminte) din materiale impermeabile.

Metodele pentru micşorarea infiltraţiei prin reducerea permeabilităţii pământului din care s-a construit canalul sunt, în general, puţin costisitoare dar au eficacitatea redusă şi durabilitatea de numai câţiva ani. De aceea, se aplică, de regulă, numai pe canalele din amenajările locale.

Principalele mijloace de impermeabilizare a canalelor în cadrul acestei categorii de metode sunt: colmatarea secţiunii canalului, compactarea şi impermeabilizarea prin procedee chimice.

Colmatarea se realizează prin măsuri care favorizează sedimentarea, pe fundul şi pereţii canalului, a particulelor solide fine purtate în suspensie de apa de irigaţie. Particulele ce se depun obturează o bună parte din porii materialului din care este executat canalul, realizându-se astfel o impermeabilizare parţială şi reducerea pierderilor de apă prin infiltraţie cu 15 - 25 %.

Compactarea este operaţia de tasare artificială a terenului pe care se construieşte canalul şi/sau a platformei în care se realizează rambleul canalului. Compactarea se execută cu tăvălugi netezi sau „picior de oaie", cu maiuri manuale sau mecanice etc şi are ca efect micşorarea pierderilor de apă prin infiltraţie cu 50 - 80 % din valoarea lor totală.

Impermeabilizarea prin procedee chimice constă în tratarea pereţilor şi fundului secţiunii udate a canalului cu clorură de sodiu sau fluorură de sodiu, pe adâncimea de 0,10 - 0,15 m. Se folosesc 2 până la 5 kg sare de bucătărie pe 1 m^2 de canal sau câteva sute de grame fluorură de sodiu pe 1 m^2 de canal.

Tratarea secţiunii canalului se poate face prin tratarea cu sare de bucătărie în stare solidă sau sub formă de soluţie. Administrarea sării în stare uscată se face după înlăturarea unui strat de pământ de 10 - 15 cm grosime de pe suprafaţa secţiunii udate a canalului, după care se împrăştie sarea uniform. Peste sare se aşează pământul înlăturat iniţial şi se compactează bine. După aceste operaţiuni, canalul poate intra în funcţiune.

Durabilitatea tratamentului cu sare de bucătărie este de 3 - 4 ani iar pierderile de apă se reduc pentru acest interval de timp de 3 - 4 ori (*Pleşa I.* şi colab., 1980).

Stabilizarea cu ciment constă în realizarea de amestec, în anumite proporţii, de pământ cu ciment (la umiditatea momentană sau cu adaos de apă), amestec ce se aşează în mai multe straturi, de câte 3 - 4 cm, pe suprafaţa udată a canalului şi se compactează bine. Cantitatea de ciment folosită reprezintă 5 - 10 % din volum.

Stabilizarea cu ciment realizează o bună impermeabilizare, rezistă la creşterea buruienilor şi la acţiunea rozătoarelor.

Metodele de impermeabilizare prin aplicarea căptuşelilor antifiltrante pe suprafaţa udată a canalelor se diferenţiază după mărimea pierderilor de apă, dimensiunile canalului, importanţa tehnico-economică a lucrării etc.

Indiferent de tipul de îmbrăcăminte aplicat, trebuie satisfăcute următoarele cerinţe:

- ✓ realizarea unei cât mai bune impermeabilizări;
- ✓ îmbrăcămintea folosită să fie rezistentă la uzura prin îmbătrânire şi la cea provocată de acţiunile agenţilor atmosferei şi ai biosferei;
- ✓ asigurarea unei rugozităţi cât mai reduse;
- ✓ îmbrăcămintea să fie cât mai puţin costisitoare, să se poată exploata şi întreţine uşor.

Căptuşeala folosită pentru impermeabilizarea canalelor de pământ se poate împărţi în: îmbrăcăminte cu suprafaţă dură, membrane neîngropate, membrane acoperite şi îmbrăcăminte din pământ.

Îmbrăcămintea cu suprafaţă dură se execută din beton, beton armat, dale din beton prefabricate, beton bituminos, îmbrăcăminte bituminoasă prefabricată, cărămidă, piatră etc.

Durabilitatea îmbrăcămintei de beton este estimată la circa 50 ani. Pierderile de apă prin exfiltraţie la astfel de îmbrăcăminte sunt mai mici de 0,03 $m^3/m^2 \cdot zi$ dacă execuţia este corectă şi lucrarea bine întreţinută.

Căptuşelile din beton simplu se execută la canalele cu secţiunea trapezoidală folosind maşini speciale, care sunt echipate cu dispozitive pentru finisarea terasamentelor şi vibrarea betoanelor. Grosimea îmbrăcămintei din beton simplu monolit la canalele mijlocii şi mari este de 10 - 14 cm iar la cele mici de 8 cm, fără stratul pat.

Îmbrăcămintea din dale de beton prefabricate se foloseşte pentru căptuşirea canalelor de orice dimensiune. Grosimea dalelor prefabricate din beton armat este de 8 cm iar a celor din beton armat pretensionat de 6 cm. Forma dalelor din beton este rectangulară iar dimensiunile în plan variază de la 25 la 300 cm. Dalele se aşează pe pat drenant de nisip grosier.

Obişnuit, rosturile dintre dalele din beton sunt acoperite cu mastic bituminos sau cu mortar de ciment. În unele cazuri se utilizează, cu rezultate bune, dalele din beton prefabricate aşezate pe folie de polietilenă.

Îmbrăcămintea din beton asfaltic, cunoscută şi sub denumirea de *căptuşeală bituminoasă*, asigură un grad de etanşare ridicat.

Betoanele bituminoase se pun în operă la cald (150 - 180 ° C), în mai multe straturi (de regulă 3 straturi), diferenţiate ca funcţiune şi alcătuire, realizându-se o îmbrăcăminte fără rosturi.

Îmbrăcămintea din membrane neîngropate folosite pentru impermeabilizarea canalelor de irigaţii sunt foi din bitum, materiale plastice, cauciuc sintetic etc care, comparativ cu căptuşelile rigide, au durabilitatea mai mică şi sunt sensibile la acţiunile agenţilor climatici şi ai biosferei.

În această categorie fac parte membranele şi foliile subţiri, foliile groase (multistrat) şi covoarele bituminoase prefabricate.

Membranele subţiri bituminoase se aplică la cald (175 - 210 ° C) prin pulverizare, consumându-se 7 - 8 l bitum lichid/m^2.

Foliile din materiale sintetice (policlorură de vinil, polietilenă, cauciuc butyl, poliesteri etc) se aplică pe suprafaţa canalului după ce, în prealabil, s-a prelucrat îngrijit stratul suport, evitându-se orice denivelare care ar provoca perforarea căptuşelii.

Foliile sunt livrate sub formă de suluri şi se pun în operă prin derulare pe suprafaţa canalului, cu suprapunerea între fâşiile vecine de 10 - 15 cm. În zona de suprapunere, foliile se sudează sau se lipesc iar pe coronamentele diguleţelor canalului capetele se îngroapă în pământ.

Foliile groase (multistrat) sunt formate din reţele de fire, împâslituri sau ţesături înglobate în mai multe straturi de materiale plastice sau bituminoase. Astfel de folii au grosimea de 7 - 10 mm şi greutatea de aproximativ 10 kgf/m^2. Montarea acestor folii se face după o prealabilă netezire a pereţilor canalului iar legătura între ele se realizează prin lipire cu adezivi pe fâşii de câte 10 cm.

Îmbrăcămintea din membrane acoperite (*îngropate*) constă din căptuşeli de bitum pulverizat pe loc, materiale asfaltice prefabricate, materiale plastice etc care se aşează pe fundul şi pereţii canalului şi se acoperă cu un strat de pământ de 10 - 30 cm grosime sau cu dale din beton.

Când se foloseşte îmbrăcăminte antifiltrantă acoperită, este necesar ca secţiunea canalului să fie săpată la valori satisfăcătoare pentru a se asigura secţiunea udată proiectată, după aplicarea căptuşelii.

Îmbrăcămintea de pământ compactat se realizează aşezând în secţiunea canalului straturi succesive de pământ ales convenabil ca alcătuire granulometrică şi grosime. Fiecare strat se compactează bine, în aşa fel ca după tasare să nu depăşească grosimea de 15 cm. Grosimea totală a căptuşelii pe taluzuri variază în limitele 45 - 100 cm (în funcţie de dimensiunile canalului) iar pe fundul canalului căptuşeala poate fi de 30 - 60 cm.

BCU CLUJ / UNIVERSITY LIBRARY

14.9.3 Întreținerea sistemelor de irigații

Funcționarea corespunzătoare a sistemelor de irigații și asigurarea fiabilității ridicate a amenajărilor sunt dependente de efectuarea corespunzătoare a lucrărilor de întreținere și de respectare a normelor de exploatare.

În funcție de importanța și periodicitatea de aplicare, lucrările de întreținere în sistemele de irigații pot fi: curente, periodice, de reparații accidentale și de reparații capitale.

Lucrările de întreținere curentă se referă la înlăturarea defecțiunilor mici ce pot apare în timpul exploatării sistemului. Se execută ori de câte ori este nevoie, fără o anumită periodicitate. Lucrările de întreținere curentă se execută de către muncitorii din sistem, fără a fi necesare studii și documentații speciale, în limita fondurilor de întreținere anuală prevăzute în buget.

Principalele defecțiuni care se remediază prin lucrările de întreținere curentă sunt: înfundarea aspiratoarelor agregatelor de pompare, colmatarea bazinelor de refulare, fisurarea conductelor de aspirație sau de refulare, colmatarea unor tronsoane de canal, spargerea unor tuburi care alcătuiesc rețeaua de conducte îngropate etc.

Lucrările de întreținere periodică constau din înlăturarea defecțiunilor care apar în sistem după exploatarea normală a acestora timp de 2 - 5 ani. Astfel de lucrări se execută în baza unei documentații tehnice, se realizează, obișnuit, în afara sezonului de irigații și cuprind: reparații la stațiile de pompare, reprofilarea unor tronsoane mici de canale, înlocuiri de tronsoane de conductă, remedieri ale defecțiunilor apărute la construcțiile hidrotehnice etc.

Lucrările de reparații accidentale se impun atunci când evoluția deosebită a factorilor naturali sau comiterea unor greșeli în exploatarea sistemelor determină avarii cu consecințe nefavorabile. Pentru ca defecțiunile accidentale să nu capete amploare, ele trebuie remediate chiar de când au început să se manifeste sau din momentul când au fost sesizate.

Lucrările de reparații capitale se execută după mai multe cicluri de întreținere periodică, de către unități specializate în baza unor documentații tehnice aprobate. Uneori, reparațiile capitale pot fi executate și în regie proprie dar cu asistența tehnică a întreprinderilor specializate.

Lucrările de reparații capitale se justifică numai în măsura în care contribuie la îmbunătățirea funcționării amenajării și la modernizarea procesului de producție. Reparațiile capitale ale sistemului pot cuprinde:

- ✓ înlocuirea totală sau parțială a grupurilor de pompare din stații;
- ✓ refacerea parțială sau totală a prizelor gravitaționale;
- ✓ reprofilarea canalelor de aducțiune;
- ✓ redimensionarea unor lucrări hidrotehnice sau înlocuirea lor etc.

BCU CLUJ / UNIVERSITY LIBRARY

Particularităţile exploatării şi întreţinerii curente a reţelei de canale din pământ. Exploatarea raţională a reţelei de canale din pământ implică efectuarea unor lucrări, între care cele mai importante sunt:

- ✓ verificarea stării tehnice şi remedierea degradărilor la canale şi construcţiile hidrotehnice de pe acestea, înaintea începerii aplicării udărilor;
- ✓ încercarea funcţionării mecanismelor de manevră la construcţiile hidrotehnice de pe canale prin efectuarea probei cu apă a sistemului; proba se face prin introducerea de debite mici, umplerea canalelor realizându-se cu toate stăvilarele complet deschise, pentru ca apa să treacă din bief în bief fără variaţii mari de nivel şi viteză;
- ✓ reglarea debitelor şi nivelurilor pentru funcţionarea normală a sistemului cu ajutorul dispozitivelor instalate pe reţeaua de canale, distribuirea apei făcându-se conform programului de aplicare a udărilor;
- ✓ evacuarea apei din canale la sfârşitul sezonului de irigaţie şi efectuarea reviziei tehnice a reţelei pentru înregistrarea şi remedierea defecţiunilor apărute în timpul exploatării; golirea se face lent, pe biefuri scurte, pentru a preveni degradarea canalelor datorită vitezei mari de circulaţie a apei.

Lucrările de întreţinere a canalelor şi a construcţiilor hidrotehnice aferente cuprind:

- ✓ înlăturarea vegetaţiei din canale prin cosire, ardere sau prin erbicidare;
- ✓ combaterea animalelor care produc galerii, cu ajutorul capcanelor şi a substanţelor toxice;
- ✓ decolmatarea canalelor şi înlăturarea din secţiunile acestora a corpurilor străine;
- ✓ completarea terasamentelor şi reprofilarea secţiunii canalelor;
- ✓ repararea căptuşelii la canalele acoperite cu îmbrăcăminte antifiltrantă diferită;
- ✓ verificare, curăţirea şi ungerea părţilor active ale mecanismelor de închidere şi deschidere ale stăvilarelor precum şi asigurarea etanşeităţii obloanelor în timpane;
- ✓ vopsirea părţilor metalice la construcţiile hidrotehnice.

Particularităţile exploatării şi întreţinerii reţelelor cu conducte îngropate. La amenajările cu conducte îngropate este necesară revizia tehnică generală a reţelei de conducte, a dispozitivelor şi accesoriilor aferente în perioada premergătoare punerii anuale în funcţiune a sistemului.

După verificarea stării tehnice şi efectuarea eventualelor remedieri se trece la umplerea cu apă a reţelei de conducte şi punerea acestora sub presiune.

La umplerea cu apă a reţelei de conducte se procedează astfel:

- ✓ se închid toate vanele de golire de pe reţeaua de conducte şi se sigilează în poziţia „închis";
- ✓ se controlează şi se sigilează la poziţia „deschis" dispozitivele de aerisire-dezaerisire şi antişoc;

BCU "ION CREANGĂ" CENTRALĂ LIBRARY

✓ se umple reţeaua de conducte cu apă în două etape: în prima etapă umplerea se face cu vanele din amonte deschise parţial iar cele din aval închise, până se realizează presiunea de 10 mCA;

✓ antenele se umplu cu apă având hidranţii închişi, închiderea lor făcându-se treptat, pe măsură ce la fiecare hidrant curge apă; în a doua etapă se ridică lent presiunea în reţea, concomitent cu deschiderea vanelor de linie şi ramificaţie, până se ajunge la presiunea de regim;

✓ se pune în funcţie hidroforul, realizându-se presiunea pernei gazoase la valoarea prevăzută în regulamentul de exploatare;

✓ se verifică şi se reglează presiunea în reţea şi la (SPP) după care, vanele de linie şi de ramificaţie se sigilează în poziţia „deschis".

Deschiderea vanelor trebuie efectuată lent, pentru evitarea loviturilor de berbec.

Operaţiile pentru punerea în funcţie a unui plot pot dura 5 - 6 zile.

După ce sistemul a fost pus în funcţiune, personalul de exploatare trebuie să controleze permanent presiunea, să înregistreze debitul şi să ia măsurile necesare pentru înlăturarea eventualelor avarii.

Dacă apare necesitatea înlocuirii unui tronson de conductă se procedează astfel:

✓ se identifică zona cu pierderea de apă, prin prezenţa pe traseul conductei a excesului de umiditate,

✓ se izolează de circuitul reţelei, tronsonul de conductă cu defecţiunea, prin închiderea vanelor din amonte şi din aval;

✓ se evacuează apa din tronsonul izolat, folosind vanele de golire sau un agregat de pompare mobil;

✓ se sapă o tranşee şi se înlătură tronsonul de conductă deteriorat;

✓ după evacuarea apei din tranşee se reface fundaţia în lungul conductei, aşezând pe fundul şanţului un pat de nisip;

✓ se montează un nou tronson de conductă care, în cazul tuburilor de azbociment, se asamblează cu îmbinări tip *Gibault* (fig. 14.65); când se constată pierderea de apă pe la mufa de îmbinare a tronsoanelor de conductă, datorită deteriorării garniturilor de cauciuc, etanşarea se poate executa fără demontarea mufei, aplicând pe ambele părţi ale acesteia garnituri inelare de cauciuc, care se presează cu ajutorul a două flanşe metalice strânse în şuruburi;

✓ se verifică rezistenţa la presiune, deschizând mai întâi vana din amonte şi apoi pe cea din aval;

✓ se astupă tranşeea cu pământ şi se compactează bine.

Înlocuirea tuburilor din mase plastice care prezintă fisuri sau spargeri se realizează după cum urmează:

✓ se descoperă tronsonul avariat, plus 2 - 3 tronsoane vecine, pentru a fi posibilă arcuirea celor 3 - 4 tronsoane în scopul eliminării tronsonului defect şi a introducerii tronsonului nou;

B.C.U. „M. EMINESCU" IAŞI

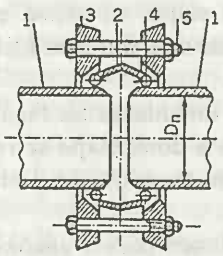


Fig. 14.65 Îmbinare tip *Gibault*
1 - capete conducte; 2 - inel metalic; 3 - flanşe din fontă; 4 - garnituri; 5 - şuruburi de strângere

- ✓ se ung extremităţile tronsonului nou;
- ✓ se ridică cele 3 - 4 tuburi din şanţul de pozare - folosind o macara - până la înălţimea care să permită extragerea din conductă a tubului degradat şi înlocuirea acestuia cu cel nou;
- ✓ se eliberează lent conducta, pentru ca sub greutatea proprie să se realizeze îmbinarea între tronsonul nou şi cele existente.

Când se întâmplă să se defecteze vreun dispozitiv de protecţie a sistemului, se închide vana care face legătura cu dispozitivul respectiv după care, se repară sau se înlocuieşte dispozitivul defect.

Dacă trebuie înlocuită o vană, se închid vanele din amonte şi aval.

Toamna, după închiderea sezonului de irigaţie, trebuie să se îndepărteze aluviunile depuse în reţeaua de conducte. Evacuarea aluviunilor se realizează pe cale hidraulică, folosind apa la presiunea de regim şi deschizând hidranţii în zonele de spălare. Spălarea se efectuează din amonte spre aval, cu viteza apei de cel puţin 1,5 m/s în conductele PREMO şi de 1,0 - 1,5 m/s în cele din azbociment.

Pentru evitarea deteriorării reţelei prin îngheţ, înainte de venirea iernii, se evacuează apa din conducte, deschizând vanele de golire şi hidranţii şi, dacă este cazul, folosind chiar agregate de pompare mobile.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

XV. AMENAJAREA TERENURILOR AGRICOLE CU EXCES DE UMIDITATE

15.1 Excesul de umiditate pe terenurile agricole
15.2 Sistemul de desecare - drenaj
15.3 Rețeaua de desecare cu canale
15.4 Drenajul subteran
15.5 Evacuarea apei din rețeaua de desecare - drenaj
15.6 Lucrări pentru accelerarea eliminării excesului de apă de pe terenurile agricole
15.7 Exploatarea și întreținerea lucrărilor de desecare - drenaj

15.1 Excesul de umiditate pe terenurile agricole

Fenomenul excesului de umiditate pe terenurile agricole se evidențiază zonal și temporal în legătură cu relațiile sol - apă - plantă - climă, prin dereglarea bilanțului hidric, fapt ce se repercutează atât în peisajul geografic natural cât și în activitatea social-economică.

Condițiile optime pentru creșterea și dezvoltarea plantelor agricole sunt asigurate dacă apa ocupă în sol până la 70 - 80 % din spațiul lacunar; peste aceste limite se manifestă excesul de umiditate.

Considerând cele două componente ale bilanțului hidric teritorial - precipitațiile (P) și evapotranspirația potențială (ETP) - se admite, teoretic, că valoarea supraunitară a valorilor acestor componente ($\frac{P}{ETP} > 1$) definește pentru zona considerată, starea de umiditate excedentară iar ($\frac{P}{ETP} < 1$) exprimă deficitul de umiditate.

În funcție de valoarea raportului ($\frac{P}{ETP}$) - numit *indice de ariditate* - teritoriul României cuprinde două zone mari de umiditate (fig. 15.1): zona umidității excedentare - Carpații și Subcarpații, Piemonturile vestice și cea mai mare parte din Podișul Transilvaniei - și zona umidității deficitare - Podișul Moldovei (exceptând o parte din Podișul Sucevei), Dobrogea și Delta Dunării, Câmpia Română, partea sudică a Piemontului Getic, Câmpia de Vest și Câmpia Transilvaniei.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 15.1 Repartiția teritorială a principalelor două zone de umiditate din România

Fenomenul excesului de umiditate nu se identifică totdeauna cu zonele umidității excedentare, după cum în zonele cu deficit de umiditate nu este exclusă prezența temporară a excesului de umiditate. Surplusul de apă, determinat în zonele cu umiditatea excedentară ca urmare a preponderenței precipitațiilor față de evapotranspirație se scurge, de regulă, cu ușurință prin rețeaua hidrografică (dacă energia de relief este mare) sau se infiltrează și apoi apa este drenată de izvoare încât pe aceste terenuri, în general, relațiile normale între sol, apă și plantă nu acuză excesul de umiditate. Dacă sunt condiții naturale de acumulare, excedentul de apă formează lacuri, bălți și mlaștini care reprezintă areale cu exces de umiditate care se încadrează în peisajul natural al zonei.

În regiunile în care evapotranspirația depășește frecvent valoarea precipitațiilor, se manifestă normal deficitul de umiditate, dar pot apare și situații conjuncturale de excepție când, pe anumite suprafețe, se pune în evidență excesul de umiditate (intervale de timp cu pluviozitate accentuată, aplicarea defectuoasă a irigațiilor, lucrarea solului la umiditatea necorespunzătoare etc).

BCU CLUJ / CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

15.1.1 Sursele şi factorii excesului de umiditate

Excesul de umiditate pe terenurile agricole poate fi generat de una sau mai multe surse între care fac parte:

- ✓ precipitaţiile abundente, căzute pe terenul afectat de excesul de umiditate;
- ✓ scurgerea de suprafaţă de pe terenurile limitrofe mai înalte;
- ✓ apa care se revarsă peste malurile albiei minore (la râurile neîndiguite);
- ✓ apa freatică (situată la adâncime mică);
- ✓ aportul freatic din zonele învecinate terenurilor cu exces de umiditate;
- ✓ apa din râu care se infiltrează prin şi pe sub diguri;
- ✓ apa de irigaţie în exces.

La formarea excesului de apă pe anumite suprafeţe de teren contribuie, de regulă, mai mulţi factori care - în interacţiunea lor - determină durata, intensitatea şi arealul de manifestare a fenomenului. Factorii principali ai excesului de umiditate pe terenurile agricole sunt clima, relieful, reţeaua hidrografică, distribuţia şi regimul apei freatice şi activitatea antropică.

Clima influenţează excesul de umiditate prin particularităţile zonale şi temporale ale elementelor climatice: precipitaţiile, evapotranspiraţia, temperatura şi mişcarea maselor de aer.

Frecvenţa şi durata excesului de umiditate sunt cu atât mai mari cu cât precipitaţiile sunt mai abundente, temperatura mai scăzută şi evapotranspiraţia mai redusă. Influenţa factorilor climatici asupra excesului de umiditate variază multianual, anual, sezonal etc, indiferent de zona în care se manifestă. De asemenea, apariţia excesului de umiditate poate fi favorizată şi de producerea precipitaţiilor abundente în intervale scurte de timp (în condiţiile fizico-geografice din ţara noastră, valoarea cumulată a precipitaţiilor în 1 - 5 zile consecutive poate depăşi 150 mm).

Relieful - depresionar, slab fragmentat, cu valori mici ale pantei ($i < 1 - 2$ %) - caracteristic luncilor şi câmpiilor joase, unor terase şi podişuri din Câmpia de Vest, Câmpia Siretului şi din unele zone de câmpie din Muntenia şi Oltenia, determină stagnarea sau scurgerea lentă a apei, favorizând umezirea excesivă a solului şi uneori, bălţirea la suprafaţa terenului. Situaţii deosebite apar în câmpiile loessice cu crovuri* şi în cazul fundurilor fostelor lacuri şi bălţi din incintele îndiguite, unde în anii ploioşi şi, mai ales, după succesiunea a 2 - 3 ani ploioşi, apa care bălteşte acoperă peste 25 % din suprafaţa terenurilor agricole. Asemenea exemple sunt frecvente în Câmpia Vlăsiei şi Câmpia Burnasului (*Mihnea I.* şi *Mîndru R.*, 1974).

---

* Microdepresiuni cu forme variate (circulară, uşor alungită, lobată etc, formată de regulă în loess, prin tasare). Adâncimea crovurilor variază de la câţiva zeci de centimetri până la câţiva metri iar diametrul de la câţiva metri până la 1 - 2 kilometri.

Reţeaua hidrografică influenţează excesul de umiditate pe terenurile limitrofe prin caracteristicile sale morfometrice şi hidrologice. Cursurile de apă cu albia minoră puţin adâncă, meandrată şi parţial colmatată, cu viteza de curgere a apei mică (Câmpia de Vest, Podişul Bârladului ş. a.), favorizează excesul de umiditate, cu deosebire, în perioadele ploioase ale anului. De asemenea, densitatea mică a reţelei hidrografice în unele zone de câmpie contribuie la formarea şi menţinerea excesului de umiditate pe terenurile vecine.

Caracteristicile hidrologice ale unor terenuri, exprimate prin nivelul freatic în apropiere de suprafaţă şi prin circulaţia lentă în straturile acvifere, contribuie la formarea excesului de umiditate în profilul solului sau chiar la bălţiri temporare, prin formarea straturilor suprafreatice, în special în anii ploioşi. Asemenea straturi apar frecvent pe solurile pseudogleice din zona premontană a judeţului Suceava, la adâncimea de 0,4 - 0,7 m.

Textura, compactitatea şi succesiunea orizonturilor genetice ale solului condiţionează formarea şi menţinerea excesului de umiditate. Cu cât solul este mai argilos, mai îndesat şi aportul pluvial mai mare şi mai frecvent, cu atât surplusul de apă se menţine timp mai îndelungat în profilul solului.

Pe aproape toate solurile cu exces de umiditate din ţara noastră, la adâncimea de 0,4 - 0,6 m, se află un strat cu permeabilitatea redusă, format prin acumularea fracţiilor argiloase spălate din partea superioară a profilului (*Oprea C. V.* şi colab., 1974).

Activitatea umană contribuie la apariţia şi menţinerea excesului de umiditate pe terenurile agricole, prin unele acţiuni, între care cele mai semnificative sunt:

- ✓ aplicarea irigaţiilor pe terenurile cu adâncimea mică a nivelului freatic, fără a se asigura diminuarea riguroasă a pierderilor de apă prin percolarea stratului activ de sol; se apreciază că şi în cazul pierderilor de apă prin percolare neînsemnate, irigaţiile contribuie de-a lungul anilor la ridicarea nivelului freatic, deoarece volumul de apă distribuit la aplicarea udărilor modifică echilibrul iniţial între aportul mediu pluvio-nival şi adâncimea apei freatice;
- ✓ executarea acumulărilor cu rol agro-piscicol în zona de şes, generează, prin sarcina hidrostatică, infiltraţia apei spre terenurile învecinate cu cote mai mici, contribuind la înmlăştinarea şi salinizarea solurilor acestor terenuri;
- ✓ stânjenirea scurgerii de suprafaţă prin construcţia căilor de comunicaţie în lunci şi terenuri depresionare (autostrada Bucureşti - Piteşti, şoseaua Iaşi - Tg. Frumos etc);
- ✓ reducerea permeabilităţii solului prin tasarea provocată de trecerile repetate ale agregatelor agricole la umiditatea necorespunzătoare efectuării lucrărilor solului precum şi prin formarea hardpanului ca urmare a executării arăturilor de mai multe ori consecutiv la aceeaşi adâncime etc.

15.1.2 Excesul de umiditate pe terenurile agricole din România

În România, terenurile agricole afectate de exces de umiditate reprezintă aproape 5,5 mil ha, la care se pot adăuga peste 1,6 mil ha cu pericol de exces de umiditate încât suprafaţa totală a terenurilor cu exces de umiditate poate fi considerată de aproximativ 7,1 mil ha (tab. 15.1).

Tabelul 15.1

Terenurile agricole din România afectate de exces de umiditate
(după *I. C. P. A.*, 1979)

Sursa şi intensitatea excesului de umiditate	Suprafaţa (mii ha)		
	Terenuri agricole	din care:	
		Arabil	Pajişti
Exces de umiditate moderat, din precipitaţii	545	513	16
Exces de umiditate puternic, din precipitaţii	1158	758	367
Exces de umiditate din precipitaţii, în condiţii de aport freatic	341	257	66
Exces de umiditate combinat (freatic şi din precipitaţii)	469	295	160
Exces moderat de umiditate freatic	706	536	156
Exces puternic de umiditate freatic	210	122	80
Exces de umiditate din izvoare de coastă	207	109	91
Exces de umiditate din inundaţii	1436	1128	303
Exces de umiditate şi săruri	440	263	159
Total exces de umiditate	**5482**	**3981**	**1398**
Pericol de ridicare a nivelului apei freatice	703	593	80
Pericol de ridicare a nivelului apei freatice şi salinizare	916	827	77
Total pericol de exces de umiditate	**1619**	**1420**	**157**
TOTAL GENERAL	**7101**	**5401**	**1555**

Desigur, caracteristicile climatice din ţara noastră, cu fluctuaţii mari de precipitaţii pe cicluri de ani ploioşi şi secetoşi şi în cursul fiecărui sezon de vegetaţie, determină manifestarea alternativă a excesului şi deficitului de umiditate pe cea mai mare parte a acestor terenuri.

Zonarea terenurilor cu exces de umiditate de pe teritoriul României (fig. 15.2) şi clasificarea lor după sursa excesului de apă evidenţiază două grupe mari de terenuri cu exces de umiditate pentru care se diferenţiază măsuri şi lucrări ameliorative specifice.

Grupa I cuprinde terenurile cu excesul de umiditate temporar, cu caracter stagnant, provocat de precipitaţii. Aceste suprafeţe sunt răspândite, mai ales, în zonele climatice umedă şi subumedă (v. fig. 15.2), pe terase, piemonturi, câmpii înalte, culmi deluroase etc, unde microrelieful este slab exprimat, în general cu panta mică ($i < 1 - 2\ \%$) şi apa freatică la adâncimea mai mare de 3 - 5 m.

Fig. 15.2 Zonarea terenurilor cu exces de umiditate pe teritoriul României

BCU IASI / DIGITAL LIBRARY

Eliminarea excesului de umiditate de pe terenurile din grupa I se poate realiza prin drenaj de suprafață, folosind canale de desecare, asociate cu lucrări de modelare - netezire, execuția de rigole și canale provizorii, afânarea adâncă și drenajul cârtiță. De asemenea, studiile I. C. P. A. arată că pe aproximativ 20 - 30 % din suprafața sistemelor de desecare ale acestor terenuri este necesar drenajul subteran pentru a capta și evacua din profilul solului apa acumulată la baza stratului afânat.

Grupa a II-a înglobează terenurile cu exces de umiditate provenit predominant din apa freatică, situată la adâncime mică (1 - 3 m în câmpii de divagare joase și în lunci sau 2 - 6 m în câmpii loessice).

În anii ploioși, suprafața ocupată de terenurile din grupa a II - a reprezintă aproximativ 5 mil ha (după *I. C. P. A.*) care se diferențiază în trei subgrupe:

- ✓ *subgrupa II - 1,* care cuprinde terenurile din Lunca Dunării, cu exces de umiditate ce se manifestă pe durată diferită, cu sau fără pericol de salinizare secundară;
- ✓ *subgrupa II - 2,* în care fac parte terenurile cu exces de umiditate pe durată prelungită, obișnuit fără sărături sau potențial de salinizare (lăcoviștile din Banat, terenurile în pantă cu izvoare de coastă din Câmpia Jijiei și Câmpia Transilvaniei);
- ✓ *subgrupa II - 3,* cu soluri saline și alcalice, răspândite, mai ales, în albia majoră a Călmățuiului și în Câmpia de Vest;

Ameliorarea terenurilor cu exces de umiditate din grupa a II - a necesită lucrări pentru prevenirea inundațiilor (îndiguiri, regularizări de debite, canale de derivație ș. a.), lucrări pentru desecarea apei de suprafață (netezire - modelare, rigole, canale, afânare adâncă și drenaj cârtiță, asociate cu drenaj subteran) și lucrări pentru coborârea nivelului freatic la adâncimea de drenaj (drenaj orizontal, drenaj cu puțuri etc). Dacă solurile sunt saline și alcalice, lucrările de eliminare a excesului de apă trebuie asociate cu spălarea sărurilor, amendamentare și aplicarea îngrășămintelor organice.

15.1.3 Consecințele excesului de umiditate pe terenurile agricole

Prezența excesului de umiditate pe terenurile agricole provoacă efecte negative a căror amploare depinde de natura, durata și perioada umezirii excesive. Neajunsurile se manifestă, cu deosebire, prin degradarea însușirilor solului favorabile plantelor de cultură și prin reducerea randamentului exploatării agricole a terenurilor afectate de supraumezire.

Creșterea și menținerea îndelungată a volumului de apă în sol în peste 70 - 80% din spațiul lacunar, concomitent cu diminuarea corespunzătoare a gradului de aerare, amplifică ponderea reacțiilor de reducere în dauna celor de oxidare, favorizând gleizarea și pseudogleizarea.

În solurile cu exces de umiditate, procesele de mineralizare a materiei organice şi de formare a compuşilor asimilabili ai azotului, fosforului, fierului şi sulfului sunt încetinite, ca urmare a diminuării activităţii microorganismelor aerobe. Pe de altă parte, reducerea porozităţii de aeraţie - prin supraumezirea stratului activ al profilului solului - stânjeneşte dezvoltarea normală a sistemului radicular al plantelor şi amplifică pericolul de atac al diferitelor boli, în special a putregaiului rădăcinilor.

Excesul de apă determină menţinerea temperaturii solului la valori scăzute şi împiedică efectuarea în intervalele de timp optime a lucrărilor agrotehnice (însămânţarea, lucrările de întreţinere, recoltarea etc), ceea ce contribuie la diminuarea recoltei; de exemplu, întârzierea însămânţării grâului cu 10 - 12 zile reduce recolta normală cu 10 - 15 %.

Apariţia excesului de umiditate în sezonul de vegetaţie duce la diminuarea producţiilor agricole în funcţie de planta cultivată, faza de vegetaţie a culturii şi durata excesului de umiditate. S-a constatat, de exemplu, că în luna iunie, băltirea apei timp de 3 zile reduce producţia la grâu cu aproximativ 5 % iar la porumb cu 15 %; la durata inundării de 7 zile, recolta se micşorează cu 40 % şi respectiv, 50% (*Obrenovic M.*, 1980, citat de *Cazacu E.* şi colab., 1985). În cazul în care durata excesului de umiditate se prelungeşte, pagubele se majorează până la compromiterea culturilor.

Lucrarea solului supraumezit provoacă aderenţa puternică a masei de pământ dizlocate la organele active ale agregatelor agricole, formarea de curele şi bulgări la execuţia arăturilor, degradarea structurii şi tasarea - cu deosebire a orizontului superior al profilului - iar ca urmare a sporirii consumului de carburaţi şi a diminuării productivităţii din cauza vitezei mici de lucru în brazdă, costul lucrărilor se majorează cu până 20 - 25 %. La acestea se adaugă cheltuielile suplimentare datorate folosirii şi întreţinerii reţelei de circulaţie, a construcţiilor agricole şi a altor amenajări din cuprinsul perimetrelor cu exces de umiditate.

Adesea, excesul de umiditate în sol determină înlocuirea categoriilor superioare de folosinţă a terenului cu categorii inferioare (de exemplu, terenul arabil cu păşune sau fâneaţă), alteori păstrarea terenului arabil în condiţii de exces de umiditate impune o structură a culturilor neeconomică.

Dacă la excesul de apă se cumulează şi conţinutul ridicat de săruri solubile, se accentuează degradarea însuşirilor solului, se amplifică greutăţile la executarea lucrărilor agrotehnice, se reduc accesibilitatea apei şi a substanţelor nutritive pentru plante şi se restrânge semnificativ sortimentul plantelor cultivate.

Prezentarea succintă a principalelor consecinţe ale excesului de umiditate pe terenurile agricole atestă importanţa prevenirii şi combaterii acestui fenomen.

Înlăturarea excesului de umiditate de la suprafaţa terenului şi din profilul solului comportă aplicarea diferenţiată a unor măsuri şi lucrări hidrotehnice şi biologice, denumite generic *desecare.*

15.1.4 Durata excesului de umiditate admisibilă

Respiraţia normală a rădăcinilor plantelor şi microorganismelor aerobe este asigurată dacă în zona stratului radicular există un volum de aer de cel puţin 10 - 15 % din volumul total al solului sau de 20 - 30 % din porozitatea totală. Diminuarea volumului de aer în sol sub aceste limite, prin acumularea apei, stânjeneşte progresiv procesul de respiraţie şi în final, lipsa de oxigen provoacă asfixierea.

Cantitatea de apă care tinde să micşoreze volumul de aer din sol sub limita minimă respiraţiei rădăcinilor plantelor şi a microorganismelor aerobe reprezintă *excesul de umiditate* iar intervalul de timp la care plantele rezistă la excesul de umiditate, fără diminuarea producţiei, se numeşte *durata critică de rezistenţă a plantelor la excesul de umiditate.*

Această durată - care se diferenţiază în funcţie de planta de cultură, faza de vegetaţie şi momentul apariţiei excesului de umiditate - este de 5 - 6 ore în cazul legumelor, 8 - 12 ore la cereale şi 24 - 36 ore pentru pomii fructiferi.

Deoarece înlăturarea excesului de umiditate în aceste intervale scurte de timp comportă cheltuieli mari pentru amenajarea lucrărilor de desecare şi întrucât pierderile de recoltă în primele 2 - 3 zile de la apariţia excesului de umiditate sunt relativ mici (10 - 15 % din producţia normală), s-a convenit să se admită o durată a prezenţei excesului de umiditate mai mare decât durata critică, numită *durata excesului de umiditate admisibilă economic* (tab. 15.2).

Tabelul 15.2

Durata excesului de umiditate admisibilă economic pentru diferite plante de cultură

Planta de cultură	Durata admisibilă
Cereale	2 - 3 zile în lunile IV, V, VI 3 - 5 zile în lunile III, VII, VIII, IX 3 - 5 zile în intervalul X - II
Cartofi, sfeclă, floarea soarelui şi altele	1 - 2 zile în perioada de vegetaţie
Păşuni şi fâneţe	7 zile în intervalul IV - VIII 15 zile în restul anului

Valoarea pierderilor de recoltă prin adoptarea duratei excesului de umiditate admisibile economic este compensată de reducerea cheltuielilor de amenajare şi exploatare a lucrărilor de desecare.

15.1.5 Metode pentru eliminarea excesului de apă de pe terenurile agricole

Eliminarea excesului de apă de la suprafața terenului și din profilul solului, pentru asigurarea în stratul radicular a unui regim hidric și aero-termic favorabil creșterii și dezvoltării normale a plantelor agricole, se realizează prin diferite metode care se diferențiază în funcție de condițiile concrete ale excesului de apă. Se disting:

- ✓ evacuarea apei în exces prin scurgere la suprafața terenului;
- ✓ drenarea apei în exces din stratul activ al profilului de sol;
- ✓ eliminarea excesului de umiditate, atât prin scurgerea apei la suprafața terenului, cât și prin drenarea stratului radicular;
- ✓ colmatarea terenului cu exces de umiditate;
- ✓ drenarea biologică a excesului de apă din sol;
- ✓ drenaje frontale pentru captarea apei infiltrate din zonele limitrofe mai înalte.

Evacuarea apei în exces prin scurgere la suprafața terenului se aplică în zonele cu excesul de apă din precipitații abundente și constă din lucrări de netezire - modelare prin care se asigură scurgerea dirijată a apei, se micșorează infiltrația în profilul solului și se previne concentrarea și stagnarea apei de proveniență pluvio-nivală pe suprafețele depresionare. Netezirea - modelarea terenului pentru evacuarea apei în exces trebuie executate, evitând scoaterea din circuitul productiv - prin rețeaua provizorie de rigole și canale - a unor suprafețe prea mari de teren, preîntâmpinarea degradării fertilității solului prin decaparea sau decopertarea de straturi cu grosimea mare și reducerea într-o proporție cât mai mică a randamentului agregatelor agricole.

Drenarea apei în exces din stratul activ al profilului de sol este specifică terenurilor cu nivelul mediu al apei freatice situat la adâncime mică și constă în eliminarea excesului de umiditate din stratul de sol în care se dezvoltă sistemul radicular al plantelor. Se execută lucrări de drenaj de suprafață și subteran prin care se coboară și se menține nivelul apei freatice la adâncimea de la care să nu influențeze nefavorabil culturile agricole; dacă nu există pericolul de înmlăștinare și de salinizare a solului, rețeaua de drenaj poate fi folosită în perioadele deficitare în umiditate și pentru irigarea subterană, prin reglarea și menținerea nivelului freatic la adâncimea de 1,0 - 1,5 m.

Eliminarea excesului de apă din profilul solului și coborârea nivelului freatic prin folosirea drenajului de suprafață prezintă mai multe dezavantaje: procent mare de suprafață scoasă din circuit (9 - 12 %) ca urmare a construcției canalelor drenante la distanța de 30 - 40 m, randament scăzut al mașinilor agricole (care trebuie să lucreze pe parcele de 900 - 1200 m^2, uneori și mai mici) și cheltuieli mari pentru amenajarea terenului.

Soluția de amenajare cu drenuri subterane, elimină majoritatea acestor dezavantaje dar implică procurarea unor materiale speciale (tuburi, materiale filtrante etc) pentru executarea drenurilor absorbante.

Eliminarea excesului de umiditate prin scurgerea apei la suprafața terenului și prin drenarea apei în exces din profilul solului reprezintă procedeul care se aplică frecvent, atunci când cerințele tehnice și economice sunt mai bine satisfăcute decât în cazul adoptării numai a unuia dintre primele procedee.

Colmatarea terenului cu exces de umiditate constă în ridicarea cotei terenului supraumezit prin aluvionarea acestuia, astfel încât în stratul de sol în care se dezvoltă sistemul radicular al plantelor să dispară excesul de apă.

Colmatarea se poate obține prin aportul de aluviuni din apele curgătoare, fiind dirijată prin intervenții tehnice adecvate și necesitând pentru realizare perioade îndelungate de timp. Pentru suprafețe mici de teren, situate în vecinătatea canalelor importante, colmatarea se poate realiza prin hidromecanizare*, cu prilejul construcției acestor canale.

Drenarea biologică a excesului de apă din sol (biodrenajul) se realizează prin cultivarea pe terenurile interesate, a speciilor agricole, pomicole și silvice mari consumatoare de apă și relativ rezistente la excesul de apă. Când excesul de apă în sol se datorește infiltrațiilor din canalele mari de irigații, amenajările piscicole ș. a., drenarea biologică a excesului de apă se poate face prin înființarea unor perdele forestiere în vecinătatea limitelor surselor excesului de umiditate.

15.2 Sistemul de desecare - drenaj

Sistemul de desecare-drenaj constituie terenul amenajat în scopul prevenirii și combaterii excesului de umiditate de la suprafața și din profilul solului (fig. 15.3).

15.2.1 Elementele componente ale sistemului de desecare - drenaj

Sistemul de desecare are două componente importante: terenul desecat și lucrările (amenajările, echipamentul) de desecare - drenaj.

Terenul desecat este întinderea de pământ - mărginită de hotare naturale (terase, cursuri de apă ș. a.) sau create prin activitatea antropică (diguri, căi de comunicație etc) - în cadrul căreia, folosințele agricole și neagricole** de pe

* Excavarea, transportul și depozitarea pământului și a altor roci cu ajutorul unui jet puternic de apă, produs de un dispozitiv echipat cu un ajutaj conic convergent, numit hidromonitor.

** Apele curgătoare, bălțile, lacurile care - deși se găsesc în interiorul perimetrului sistemului - nu se desecă; de asemenea, pădurile care nu generează aflux de apă spre rețeaua de desecare și intravilanele canalizate nu fac parte din suprafața sistemului de desecare.

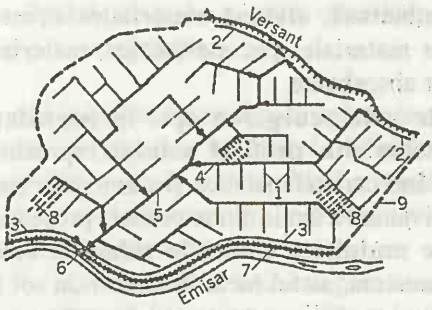


Fig. 15.3 Schema generală a unui sistem de desecare - drenaj
1 - canale colectoare; 2 - canale pentru interceptarea apei ce se scurge din exteriorul amenajării; 3 - canale pentru interceptarea apei de infiltrație prin și pe sub dig; 4 - canale de transport și evacuare; 5 - canal principal de evacuare; 6 - stație de pompare; 7 - dig; 8 - drenuri absorbante; 9 - limită de sistem

care se recepteaza apa în exces și pentru care se dimensionează rețeaua canalelor de colectare-evacuare, construcțiile, instalațiile și amenajările speciale, reprezintă suprafața sistemului de desecare.

Suprafața totală a sistemului de desecare, deservită de rețeaua de canale și drenuri, cuprinde - ca parte principală - pe lângă *suprafața neagricolă*, *suprafața agricolă desecată brută* care are în componență, suprafața agricolă netă și suprafața ocupată de canale și drenuri.

Suprafața agricolă desecată netă cuprinde aria terenurilor cultivabile desecate.

Lucrările (amenajările) de desecare cuprind:

- ✓ rețeaua de canale și drenuri;
- ✓ construcțiile, instalațiile și amenajările speciale.

Rețeaua de canale și drenuri este alcătuită din:

✓ *canalele colectoare* (canale terțiare, șanțuri de regularizare), care primesc din zona aferentă, apa stagnantă sau care se scurge la suprafața terenului, apa interceptată de elementele rețelei provizorii și drenurile cârtiță precum și o parte a apei în exces din orizonturile superioare ale solului, asigurând tranzitarea și descărcarea debitelor colectate în canalele de transport sau în canalele de evacuare;

✓ *drenurile absorbante*, care captează apa în exces din profilul solului (realizând coborârea nivelului freatic) și o conduc în drenurile colectoare sau în canalele colectoare;

✓ *canalele pentru interceptarea apelor de scurgere* sau *de infiltrație din afara perimetrului desecat* (canalele de centură, canalele de intercepție sau chiar canalele de coastă), care confluează cu canalele de evacuare sau direct cu emisarul;

✓ *canalele de transport și evacuare*, care conduc și descarcă în emisar apa primită din canalele colectoare, drenurile absorbante sau colectoare și din canalele de intercepție; uneori transportul și evacuarea debitului de apă se poate realiza prin tuburi îngropate.

Emisarul în care este evacuată - gravitațional sau prin pompare - apa din sistemul de desecare-drenaj poate fi un curs natural de apă, o albie regularizată, un lac sau un bazin de acumulare.

Construcțiile, instalațiile și amenajările speciale cuprind:

BCU "LUCIAN BLAGA" UNIVERSITY

✓ construcţiile hidrotehnice pentru funcţionarea reţelei de desecare - drenaj (stavile, podeţe, canale cu scurgere rapidă, consolidări, cămine de vizitare, guri de evacuare etc);

✓ staţiile de pompare şi prepompare;

✓ lucrările speciale pentru subtraversarea căilor de comunicaţie, canalelor, conductelor îngropate, cablurilor etc, pentru reţinerea sau derivarea apelor mari, pentru regularizarea văilor ce confluează cu perimetrul desecabil, pentru amenajarea albiei emisarului ş. a.

15.2.2 Debitul de evacuat de pe suprafaţa desecată

Debitul de evacuat din sistemul de desecare cuprinde apa care provine din precipitaţiile atmosferice căzute în interiorul suprafeţei de desecat, apa scursă la suprafaţă din zonele mai înalte limitrofe amenajării, apa provenită din pânza freatică, apa în exces din amenajările pentru irigaţii precum şi apa care se infiltrează din exterior prin corpul digului şi/sau pe sub dig.

Debitul (Q_1) din precipitaţiile produse pe suprafaţa de desecat se poate calcula cu relaţia:

$$Q_1 = q_1 \cdot S \qquad (15.1)$$

în care:

q_1 este debitul specific (modulul scurgerii), în l/s· ha;

S - aria suprafeţei de desecat, în ha.

Modulul scurgerii (q_1) rezultă din formula:

$$q_1 = \frac{K_s' \cdot h}{8{,}64 \cdot T} = 0{,}1157 \frac{K_s' \cdot h}{T} \qquad (15.2)$$

în care:

K_s' este coeficientul de scurgere specific terenurilor de luncă şi câmpie (tab. 15.3);

h - precipitaţiile atmosferice, cu asigurarea de calcul, pentru care se determină scurgerea, în mm (tab. 15.4 şi 15.5);

T - timpul, în zile, în care trebuie evacuată apa în exces de pe suprafaţa (S); din practică rezultă că durata admisibilă de evacuare se poate considera 2÷3 zile pentru lunile din intervalul mai-septembrie şi 5÷7 zile pentru perioadele ianuarie-aprilie şi octombrie-decembrie.

Debitul (Q_2) provenit din scurgerea de suprafaţă de pe terenurile limitrofe se determină având în vedere că valorile coeficientului de scurgere (K_s) sunt în acest caz mai mari (tab. 15.6).

$$Q_2 = q_2 \cdot S \qquad (15.3)$$

$$q_2 = 0{,}167 \cdot K_s \cdot I \qquad (15.4)$$

sau

$$q_2 = 0{,}1157 \frac{K_s \cdot h}{T} \qquad (15.5)$$

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

în care:

q_2 este debitul specific al scurgerii de suprafață de pe versantele limitrofe terenului de desecat, în l/s· ha;

S - suprafața de teren de pe care se produc scurgerile, în ha;

K_s - coeficientul de scurgere caracteristic terenurilor cu panta mare (tab. 15.6);

I - intensitatea ploii de calcul, în mm/min;

H şi T - au semnificațiile precizate la relația (15.5).

Tabelul 15.3

Valorile coeficientului de scurgere (K_s') pentru terenurile cu panta mică

Nr. crt.	Caracteristicile solului		K_s'		
	Permeabilitatea	Conținutul în argilă (g %)	Panta terenului		
			< 0,01	0,01÷0,05	> 0,05
1	Permeabilitate mare	< 10	0,10÷0,20	0,15÷0,25	0,20÷0,30
2	Suficient permeabil	10÷20	0,15÷0,25	0,20÷0,30	0,25÷0,40
3	Insuficient permeabil	20÷40	0,20÷0,30	0,25÷0,45	0,35÷0,60
4	Slab permeabil	40÷60	0,25÷0,40	0,30÷0,60	0,50÷0,75
5	Impermeabil	sol înghețat	0,30÷0,60	0,40÷0,75	0,80÷0,95

Tabelul 15.4

Precipitațiile maxime în 24 de ore, cu diferite asigurări de calcul, la câteva stații pluviometrice din România

Nr. crt.	Localitatea	Precipitațiile maxime în 24 de ore (mm)			Nr. crt.	Localitatea	Precipitațiile maxime în 24 de ore (mm)		
		1 %	5 %	10 %			1 %	5 %	10 %
1	Arad	72	60	55	18	Caransebeş	80	64	57
2	Baia-Mare	78	64	58	19	Calafat	110	82	71
3	Bistrița	81	60	52	20	Craiova	96	74	65
4	Blaj	112	72	58	21	Câmpulung	113	86	74
5	Balş	113	80	68	22	Călăraşi	92	72	64
6	Bechet	71	60	54	23	Cernavodă	153	104	83
7	Bucureşti	82	69	59	24	Constanța	106	77	65
8	Brăneşti	129	89	74	25	Drăgăşani	90	70	62
9	Buzău	91	70	57	26	Dorohoi	111	82	68
10	Babadag	177	112	94	27	Focşani	121	84	70
11	Tg. Bujor	127	87	72	28	Făgăraşi	103	80	70
12	Brăila	123	81	70	29	Galați	98	70	60
13	Bacău	104	80	70	30	Huşi	113	84	71
14	Bârlad	108	76	62	31	Iaşi	168	110	86
15	Botoşani	81	64	56	32	Piteşti	117	86	74
16	Carei	140	84	66	33	Rădăuți	182	120	90
17	Cluj-Napoca	71	60	54	34	Timişoara	95	73	63

BCU IAŞI - CENTRU VECHI - LIBRARY

Tabelul 15.5

Corelația dintre suprafața de desecat și precipitațiile maxime de calcul

Suprafața (ha)	Precipitațiile de calcul
< 1000	maxime în 24 de ore
1000÷5000	maxime în 3 zile consecutive
> 5000	maxime în 5 zile consecutive

Tabelul 15.6

Valorile medii ale coeficicntului de scurgere (K_s) (după *Frevert*)

Folosința	Panta (%)	Textura solului		
		Ușoară	Mijlocie	Grea
Pădure	0÷5	0,10	0,30	0,40
	5÷10	0,25	0,35	0,50
	10÷30	0,30	0,50	0,60
Pășune	0÷5	0,10	0,30	0,40
	5÷10	0,15	0,35	0,55
	10÷30	0,20	0,40	0,60
Culturi agricole	0÷5	0,10	0,40	0,60
	5÷10	0,40	0,60	0,70
	10÷30	0,50	0,70	0,80

Debitul (Q_3) *provenit din apa freatică* se stabilește înmulțind modulul scurgerii subterane sau debitul specific al scurgerii subterane (q_{sb}), cu suprafața de desecat (S_d) aferentă:

$$Q_3 = q_{sb} \cdot S_d \qquad (15.6)$$

în care:

Q_3 este debitul provenit din apa freatică, în l/s;

q_{sb} - modulul scurgerii subterane, în l/s· ha (tab. 15.7);

S_d - suprafața de desecat, în ha.

În cazul ploilor de scurtă durată, sunt recomandabile valorile minime înscrise în tabelul 15.7 iar pentru ploile mari și de durată, sunt mai potrivite valorile maxime.

Tabelul 15.7

Debitul specific al scurgerii subterane (q_{sb})

Textura solului	Debitul specific al scurgerii subterane (l/s· ha)	
	După Kosteakov	După instrucțiunile Departamentului de Îmbunătățiri Funciare
Grea	0,30 ÷0,50	0,40 ÷0,50
Mijlocie	0,40÷0,65	0,50÷0,70
Ușoară	0,60÷0,90	0,70÷1,00

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Debitul (Q_4) provenit din amenajările de irigaţii se estimează în funcţie de hidromodulul de udare (q_i) şi tipul de amenajare pentru irigaţii, considerând următoarele valori procentuale ale pierderilor de apă:

✓ pentru amenajările cu canale din pământ şi udare prin submersiune $p = 25\% \ldots 30\%$;

✓ pentru amenajările cu canale din pământ şi udare prin scurgere la suprafaţă $p = 5\% \ldots 15\%$;

✓ pentru amenajările cu jgheaburi şi conducte transportabile (udare prin scurgere la suprafaţă) $p = 5\% \ldots 10\%$;

✓ pentru amenajările cu canale din pământ şi udare prin aspersiune $p = 2\% \ldots 15\%$.

$$Q_4 = q_i \cdot p \cdot S_i \tag{15.7}$$

în care:

- Q_4 este debitul provenit din irigaţii, în l/s;
- q_i - hidromodulul de udare, în l/s· ha;
- p - pierderile de apă, raportate la unitate;
- S_i - suprafaţa irigată, în ha.

Debitul (Q_5) provenit din infiltraţiile prin dig şi pe sub dig, în cazul incintelor îndiguite, se poate calcula cu relaţiile:

$$q_{i_1} = \frac{10^6 \cdot K_1 \left(H^2 - h^2\right)}{2 \cdot D} \tag{15.8}$$

$$q_{i_2} = \frac{10^6 \cdot K_2 \cdot T \left(H - h\right)}{2 \cdot B + T} \tag{15.9}$$

în care:

- q_{i_1} este debitul provenit din infiltraţiile prin corpul digului, în l/s şi km lungime de dig;
- q_{i_2} - debitul provenit din infiltraţiile prin fundaţia digului, în l/s şi km lungime de dig;
- K_1 - conductivitatea hidraulică a materialului din care este construit digul, în m/s ($\approx 10^{-6}$ m/s);
- K_2 - conductivitatea hidraulică a fundaţiei digului, în m/s ($2 \cdot 10^{-6}$ m/s $< K_2 < 2 \cdot 10^{-5}$ m/s);
- H - nivelul apei în zona dig-mal, cu asigurarea de 10%, în m;
- h - nivelul apei în canalul de colectare, în m;
- D - lungimea orizontală a parcursului apei, adică distanţa redusă la orizont între punctul de intersecţie a oglinzii apei cu digul (în zona dig - mal) şi axa canalului de colectare, în m;
- B - distanţa de la malul cursului de apă la canalul colector, în m;
- T - grosimea fundaţiei digului, în m.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Debitul infiltrat pe un kilometru de dig (Q_5) rezultă din relația:

$$Q_5 = q_1 + q_2 \qquad (15.10)$$

Debitul total al apei care trebuie evacuată de pe suprafața de desecat rezultă prin însumarea debitelor maxime provenite din sursele de exces ce se pot manifesta simultan la formarea debitului total.

În vederea evitării supradimensionării rețelei de canale, se recurge la decalarea în timp a unor debite parțiale care nu implică obligatoriu evacuarea simultană (de exemplu debitul provenit din irigații) sau se pot amenaja acumulări pe văile afluente și/sau în arealele depresionare cu o slabă fertilitate din incinta sistemului de desecare.

15.2.3 Tipuri de amenajare pentru desecare

Ansamblul de lucrări aplicate pentru eliminarea excesului de apă de pe terenurile interesate se diferențiază prin caracteristicile tehnice și funcționale ale rețelei de colectare și evacuare a apei și prin materialele folosite în acest scop.

Cele mai importante tipuri de amenajare în cadrul sistemelor de desecare sunt: amenajarea cu canale din pământ, cu tuburi din beton, cu canale din pământ reversibile pentru desecare și irigații, cu canale și rețea de drenuri pentru desecare și irigații și amenajarea complexă agropiscicolă.

Indiferent de tipul de amenajare, trebuie urmărită satisfacerea următoarelor cerințe principale:

- ✓ ameliorarea fertilității solului prin reglarea corespunzătoare a regimurilor hidric, de aer și termic în stratul activ al solului;
- ✓ scoaterea din circuitul agricol a unor suprafețe cât mai mici de teren;
- ✓ folosirea în condiții convenabile a debitului de desecare pentru irigații, piscicultură, stuficultură etc;
- ✓ realizarea lucrărilor cu investiția specifică optimă;
- ✓ asigurarea pe suprafața amenajată a condițiilor favorabile exploatării terenurilor ameliorate etc.

Adoptarea metodelor de desecare precum și a unuia sau mai multor tipuri de amenajare în cadrul sistemului sunt subordonate condițiilor orografice, hidrologice, hidrogeologice și pedologice locale.

Amenajarea cu canale de pământ constă din executarea unei rețele de canale în *debleu* pe traseele cu cote mici, a construcțiilor hidrotehnice aferente și a drumurilor de exploatare hidrotehnică și agricolă. Acest tip de amenajare are o largă răspândire.

Pe terenurile plan-orizontale, cu microrelieful slab exprimat (Lunca Dunării, Câmpia de Vest) se pot executa rețele rectangulare de canale care asigură, atât evacuarea apei în exces cât și condițiile favorabile organizării teritoriului.

În cazul suprafețelor cu panta mică și cu depresiuni frecvente, având adâncimea mai mare de 0,5 m (crovuri*, padine** etc întâlnite, mai 'ales, în Câmpia Bărăganului), rețeaua rectangulară de canale se completează - după caz - cu șanțuri triunghiulare traversabile ori cu drenuri, dispuse transversal față de rândurile plantelor de cultură.

Terenurile colinare (Podișul Dobrogei, Podișul Moldovei etc) se amenajează cu canale de desecare traversabile, amplasate pe firele de vale, având secțiunea trapezoidală sau triunghiulară, în funcție de cerințele organizării și exploatării terenului.

Amenajarea cu tuburi de beton se aplică mai rar, pe terenurile instabile, nisipoase, în zonele construite etc, deosebindu-se de amenajarea cu canale din pământ prin faptul că o parte a rețelei de transport (canalele secundare) este formată din tuburi de beton.

Amenajarea cu canale de pământ reversibile, pentru desecare și irigații reprezintă o rețea care funcționează ca un rezervor deschis, la valori diferite ale nivelului apei. La acest tip de amenajare, canalele secundare și uneori și canalul principal de evacuare au panta „zero", funcționând hidraulic în ambele sensuri. Amenajarea cu canale din pământ reversibile, pentru desecare și irigații, este specifică terenurilor plan-orizontale sau cu panta mică, din zonele în care în sezonul de vegetație, excesul de umiditate alternează cu deficitul de apă.

Canalele cu funcționare reversibilă se execută cu adâncimea mai mare decât în cazul altor tipuri de amenajare pentru desecare, în scopul asigurării normei de desecare și a cotelor de comandă corespunzătoare evacuării apei.

Irigația se aplică cu norme mici, folosind agregate de pompare termice sau electrice și instalații de udare prin scurgere la suprafață sau aspersiune.

Avantajele acestei amenajări constau în reducerea suprafeței ocupate de lucrări, diminuarea investiției specifice și a consumului de materiale precum și micșorarea consumului de energie electrică în exploatare.

Amenajarea cu canale și rețea de drenuri pentru desecare și irigații este aplicabilă în luncile râurilor interioare și câmpiile din zonele cu soluri permeabile, cu precipitații anuale mai mari de 600 - 650 mm, cu apa freatică la mică adâncime (0,75 - 1,50 m) și unde nu există pericolul de salinizare sau înmlăștinare secundară.

---

* Microdepresiuni cu forma variată (circulară, ușor alungită, lobată etc) formată de regulă în loess prin tasare; adâncimea crovului variază de la câțiva zeci de centimetri până la câțiva metri iar diametrul, de la câțiva zeci de metri până la 1 - 2 kilometri; solul din crovuri este mai profund spălat și în unele cazuri, cu profilul diferit de cel al solului de pe terenul dintre crovuri.

** Sin. *găvane*, depresiuni închise, mai mari și mai adânci decât crovurile; poate atinge diametrul de câțiva kilometri și adâncimea de câteva zeci de metri.

BCU "MIHAIL KOGĂLNICEANU" LIBRARY

Pentru realizarea irigației, canalele secundare de desecare se prevăd cu construcții hidrotehnice, necesare ridicării nivelului apei pe biefuri, iar între drenurile absorbante se adoptă distanțe mai mici decât în mod obișnuit.

În perioadele cu exces de umiditate, amenajarea funcționează pentru desecare - drenaj iar în intervalele secetoase, rețeaua de canale se închide cu stăvilare și se alimentează cu apa de irigație, la nivelul necesar pătrunderii în drenuri, de unde umezește stratul radicular prin capilaritate.

Amenajarea complexă agropiscicolă se realizează, mai ales, pe terenurile salinizate în scopul ameliorări și reintegrării lor în circuitul agricol.

Amenajarea cuprinde canale de desecare, canale de alimentare cu apă a parcelelor piscicole, drenuri absorbante în interiorul parcelelor (cu rolul de a asigura circulația apei prin solul salinizat spre rețeaua de evacuare) și construcții hidrotehnice pentru conducerea și distribuția apei pe canalele de alimentare și evacuare.

Parcelele inundate pentru piscicultură sunt limitate de diguri care se dimensionează să rețină apa cu adâncimea de cel puțin 1,25 m.

Volumul de apă din parcelă se primenește continuu, asigurând în acest mod cerințele biologice pentru piscicultură și condițiile pentru dizolvare-spălare a sărurilor existente în sol. Dacă apa evacuată corespunde - sub aspect calitativ - pentru irigații, se poate folosi la irigarea culturilor agricole de pe terenurile învecinate. După pescuit și evacuarea apei din parcele, se aplică în incintele acestora îngrășăminte și amendamente, se execută lucrări de afânare și - dacă solul a fost desalinizat - terenul poate fi redat circuitului agricol.

15.3 Rețeaua de desecare cu canale

Rețeaua de canale într-un sistem de desecare este dependentă de mărimea suprafeței de desecat, sursele și volumul excesului de apă, relieful suprafeței interesate la desecare, folosințele și amenajarea teritoriului, canalele pentru irigații etc.

15.3.1 Trasarea rețelei de canale

Considerând rolul funcțional al canalului drept criteriu de diferențiere, rețeaua de desecare poate include trei categorii de canale, și anume:

- ✓ pentru interceptarea și evacuarea apei provenite din exteriorul terenului desecat;
- ✓ de colectare a excesului de apă din cuprinsul terenului desecat;
- ✓ de evacuare, pentru transportul și descărcarea în emisar a apei captate.

Oricare ar fi rolul funcțional al canalului, trasarea rețelei de desecare trebuie să se realizeze respectând următoarele condiții generale:

BCU "AS" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

✓ traseele canalelor să se situeze în lungul cotelor celor mai mici de pe suprafețele aferente și, dacă este posibil, canalele să aibă acțiune bilaterală;

✓ rețeaua de desecare să aibă capacitatea de transport corespunzătoare debitelor afluente (cu asigurarea de calcul) fără a crea exces de umiditate în solul din vecinătatea albiilor;

✓ densitatea și traseele canalelor să fie astfel alese încât să ocupe o suprafață cât mai mică și să nu stinghereasca exploatarea agricolă a terenului desecat.

Interceptarea și evacuarea afluxului de apă din exteriorul terenului desecabil se realizează prin canalele de intercepție de la baza terasei sau versantului (canale de sub coastă sau de centură), canalele de intercepție a apei infiltrate prin fundația și corpul digului, a apei infiltrate din amenajările piscicole, din perimetrele irigate etc.

Canalele care interceptează, la piciorul versantului sau terasei, apa care se scurge spre terenul desecabil (fig. 15.4) se trasează, în funcție de litologie, relief și limita zonei cu exces de umiditate, la distanța de 10 - 50 m de baza versantului (terasei), au secțiunea trapezoidală și adâncimea de 1,5 - 2,0 m.

Taluzul dinspre partea care primește apa de scurgere de pe versant se execută mai mic (1/2 - 1/3) decât taluzul opus (1/1 - 1/1,5) și, obișnuit, se înierbează. Pământul rezultat din săparea canalului se depune pe malul dinspre zona desecată, sub formă de diguleț. La lungimea de 1,5 - 2,0 km, aceste canale se racordează cu cel mai apropiat canal de evacuare sau - dacă este posibil - se descarcă direct în emisar (receptor).

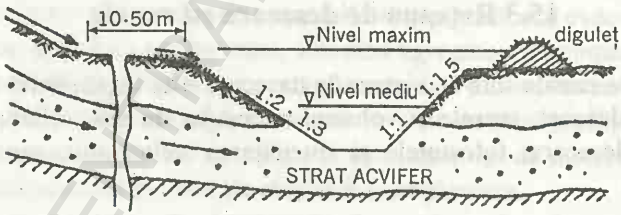


Fig. 15.4 Secțiune transversală printr-un canal de intercepție (de sub coastă)

Uneori, când apa freatică se află la adâncime mică, canalele de sub coastă îndeplinesc și funcția de dren de intercepție, preluând o parte din aportul freatic. Coborârea nivelului apei freatice la piciorul versantului se poate obține și prin amplasarea a 1 - 2 linii de drenuri, care să se descarce în canalul de intercepție.

Canale pentru intercepția curentului de infiltrație prin și pe sub dig se trasează, aproximativ paralel cu digul, la distanța de 10 - 100 m de baza taluzului interior, au secțiunea trapezoidală, taluzurile 1/1 - 1/1,5 și adâncimea de 1 - 2 m.

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Canalele pentru colectarea apei în exces provenită de pe suprafețele irigate se amplasează la limita sectorului de irigații, de regulă, perpendicular pe canalele distribuitoare de sector.

Colectarea apei în exces, care provine de la amenajările piscicole, se realizează prin canale trasate în lungul perimetrelor acestor amenajări.

Canalele de colectare a excesului de apă din cuprinsul terenului de desecat (canale colectoare, de regularizare) se amplasează aproximativ în lungul curbelor de nivel (asigurându-li-se panta maximă de 0,5 ‰), pe traseele cu cotele cele mai mici ale suprafeței pe care o deservesc.

Canalele colectoare se execută cu adâncimea de 1,2 - 1,5 m și lățimea la fund de 0,5 m.

Pământul rezultat din săparea acestor canale (deponiile) se împrăștie pe terenul din vecinătate, urmărindu-se - pe cât posibil - nivelarea depresiunilor. Dacă deponiile împrăștiate stânjenesc accesul apei spre canale, sau dacă - din diferite motive - deponiile rămân de-a lungul canalelor, se execută în porțiunile joase ale terenului învecinat, la distanța de 50 - 100 m, rigole traversabile prin care se asigură scurgerea apei în albiile canalelor.

Traseele și distanța dintre canalele de regularizare trebuie astfel stabilite încât să rezulte sole care să permită executarea mecanizată a lucrărilor agricole în condiții optime.

Pentru solele cu suprafața de 40 - 80 ha, canalele colectoare, obișnuit paralele între ele, se trasează la distanța de 400 - 500 m (minimum 250 m) și cu lungimea de 800 - 1500 m.

Interceptarea și conducerea apei care stagnează în microdepresiunile dintre canalele colectoare se realizează prin rigole sau șanțuri cu caracter provizoriu, confluente cu canalele colectoare; pentru a putea fi traversate de mașinile agricole, rigolele au secțiunea transversală triunghiulară și taluzurile 1/6 - 1/8.

Canalele de transport și evacuare conduc și descarcă în emisar apa primită de la canalele colectoare și pot fi, în funcție de suprafața desecată, de diferite ordine de mărime. Aceste canale se amplasează pe traseele cotelor celor mai mici ale terenului și - dacă este posibil - pe linia de cea mai mare pantă, pentru a se asigura scurgerea bună și dimensionarea economică. Ele trebuie să prezinte cât mai puține schimbări de direcție, să aibă - dacă este cazul - acțiune bilaterală și să asigure în condiții bune transportul și evacuarea debitului primit.

Pentru buna funcționare a rețelei de desecare și evitarea eroziunii de mal, intersectarea canalelor de ordin inferior cu cele de ordin superior trebuie să se facă sub un unghi de aproximativ 60 ° (mai mic pentru canalele cu debitul mare) sau cu o racordare având raza de 5 ÷ 10 B (B fiind lățimea canalului de ordin inferior la nivelul terenului). În punctul de confluență, diferența de nivel dintre cotele apei în cele două canale trebuie să fie de 15 - 20 cm.

În cazul amenajărilor de irigații din sistemele de desecare, trasarea canalelor de desecare se corelează cu rețeaua de irigație și, firește, cu normele organizării teritoriului.

Experiența a dovedit că cele mai bune rezultate în exploatare sau obținut când sistemele de desecare nu au depășit 2500 - 3000 ha; de aceea, în cazul teritoriilor mari, se impune fragmentarea în mai multe sisteme independente, care să permită evitarea proiectării canalelor de transport-evacuare cu lungimea foarte mare.

Canalul principal de evacuare se trasează, de regulă, în lungul depresiunilor naturale (vâlcele, viroage, văi etc).

15.3.2 Dimensionarea rețelei de desecare

Dimensionarea canalelor de desecare implică determinarea debitelor maxime pe care acestea trebuie să le transporte în funcție de sursele excesului de umiditate, durata excesului de umiditate admisibilă economic și suprafața desecabilă aferentă, precum și stabilirea elementelor geometrice și hidraulice ale canalelor, corespunzătoare debitelor de transport.

Cunoscându-se debitul maxim de desecare, se determină parametrii geometrici și hidraulici ai canalului. Determinarea acestor elemente se poate face analitic sau grafic (v. 12.4.3).

Se are în vedere că toate canalele sunt *în debleu* și au secțiunea transversală trapezoidală sau dublu trapezoidală; rețeaua provizorie de șanțuri și rigole se execută cu secțiunea transversală triunghiulară sau parabolică.

Cota fundului canalului se stabilește în așa fel încât la nivelul maxim de funcționare a canalului, apa să poată fi colectată din zonele cele mai joase ale suprafeței deservite.

Înălțimea de siguranță se consideră de 0,50 - 0,75 m și trebuie să fie cel puțin egală cu adâncimea de desecare, considerată față de cota medie a terenului din zona de influență a canalului. Când canalul are și rolul de coborâre a nivelului freatic, înălțimea de siguranță se poate majora până la 1,0 - 1,5 m.

Panta fundului canalului de desecare se adopta, obișnuit, egală cu panta generală a terenului pe direcția canalului și poate fi de 0,2 - 0,5 ‰. Valorile mai mici ale pantei (0,2 - 0,3 ‰) se adoptă pentru canalele cu debitul mai mare.

Taluzurile se stabilesc în funcție de însușirile geotehnice ale pământului, de adâncimea canalului și a apei în canal, de variația nivelului apei în canal, de regimul apei freatice (nivel liber sau sub presiune etc). Se proiectează taluzuri mici, de 1/2,5 - 1/3,5, atunci când canalul de desecare are adâncimea mare și traversează terenuri cu pământuri refulante sau ușor antrenabile, pământuri slab coezive și instabile la acțiunea hidrodinamică a pânzei freatice, așa cum sunt mâlurile cu conținut ridicat de săruri solubile. În cazul canalelor cu adâncimea mai mică de 3 m, valorile taluzurilor variază în limitele 1/1 - 1/2, în funcție de categoria de pământ în care este săpat canalul. Partea de taluz situată deasupra

nivelului mediu al apei în canal se poate proiecta cu înclinarea mai mare cu 20 - 30 % decât valoarea taluzului din secțiunea udată, micșorându-se astfel lumina canalului și deci, suprafața de teren scoasă din circuitul productiv.

Dimensionarea canalelor de desecare trebuie astfel realizată încât viteza de circulație a apei, calculată cu relația lui *Chézy* ($V = C\sqrt{R \cdot I}$) să nu fie inferioară valorilor de 0,3 m/s pentru apa tulbure, mocirloasă și de 0,3 - 0,4 m/s pentru apa care antrenează nisip fin. Viteza maximă admisibilă nu trebuie să depășească 0,4 - 0,5 m/s în cazul canalelor care traversează terenuri necoezive nisipoase și prăfoase și 0,9 - 1,2 m/s la canalele construite în terenuri grele, argiloase.

Pentru coeficientul de rugozitate se recomandă să se adopte valoarea corespunzătoare condițiilor medii de întreținere și exploatare ale canalului.

15.3.3 Construcții hidrotehnice pe rețeaua de desecare

În scopul dirijării curgerii apei pe canale și al asigurării circulației în sistemul de desecare pe drumurile permanente și cele sezoniere sunt necesare diverse construcții hidrotehnice, între care cele mai importante sunt stăvilarele, construcțiile de subtraversare, lucrările pentru racordarea biefurilor și podețele.

Stăvilarele (v. fig. 14.6, 14.7). Ca și în cazul rețelei de irigații, se execută pe canalele de desecare în scopul reglării debitului și nivelului apei, putând fi adaptate și pentru măsurarea debitului.

Construcțiile de subtraversare asigură trecerea debitelor tranzitate de rețeaua de desecare pe sub rambleele altor canale (fig. 15.5), ale digurilor, drumurilor etc. Subtraversarea se realizează cu ajutorul conductelor de trecere, la nivelul fundului canalului de desecare sau, folosind sifoanele coborâtoare (v. fig. 14.12) în care caz, subtraversarea se face la cotă inferioară fundului canalului în cele două biefuri limitate de obstacole.

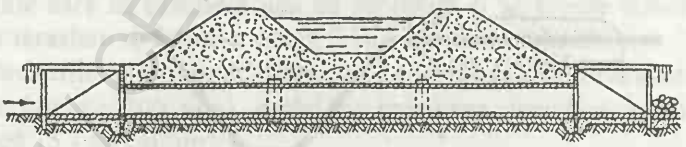


Fig. 15.5 Conductă de subtraversare

Lucrările pentru racordarea biefurilor se execută pe traseele canalelor la denivelări pronunțate ale terenului sau când panta în lungul canalului este mare. Sunt sub forma unor tronsoane scurte de canale cu scurgere rapidă sau pante forțate (v. fig. 14.9) și a căderilor în trepte (v. fig. 14.10), folosindu-se ca materiale de construcție lemnul, betonul sau piatra. Întrucât în sectorul de canal

care asigură ruperea de pantă, apa circulă cu viteză mare se impun lucrări de consolidare atât în amonte cât, mai ales, în aval.

Podeţele se construiesc pentru a asigura circulaţia la intersecţia drumurilor cu canalele. În funcţie de mărimea debitului şi a secţiunii canalului podeţele pot fi tubulare sau dalate, precum şi podeţe stăvilare tubulare şi dalate sau deschise (v. fig. 14.11).

Podeţele tubulare se construiesc din tuburi de beton simplu cu lungimea de 5 - 8 m. Protecţia tuburilor prefabricate din beton se asigură prin umplutură superioară de pământ de 0,8 - 1,0 m grosime.

Podeţele dalate sunt alcătuite din culei de beton simplu, care susţin o dală din beton armat. Principalele caracteristici ale podeţelor tubulare şi dalate se prezintă în tabelul 15.8.

Tabelul 15.8

Elementele caracteristice ale podeţelor din beton
(după *Pleşa I.* şi *Cîmpeanu S.*, 2001)

Diametrul sau deschiderea (cm)	Pierderea de sarcină pentru debitul maxim (cm)	Debitul tranzitat (l/s)	Panta canalului (‰)
Podeţe tubulare			
30	5 - 10	24 - 77	0,6 - 2,5
50	0 - 10	24 - 210	0,6 - 1,0
80	0 - 10	24 - 464	0,6 - 0,45
Podeţe dalate			
50	0 - 50	24 - 210	0,6 - 2,5
100	1,3 - 12,8	58 - 928	0,6 - 1,0
200	0,5 - 11,0	179 - 2542	0,6 - 0,45

Drumurile se trasează pe terenurile desecate în lungul colectoarelor sau pe marginile solelor.

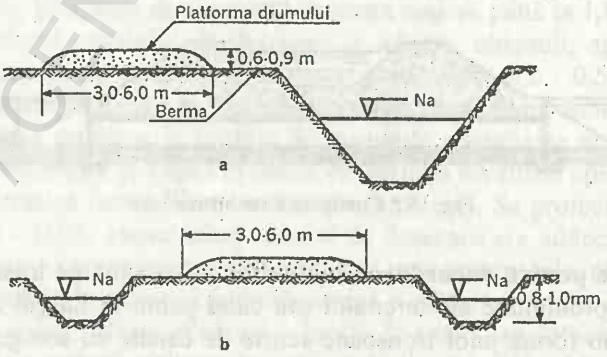


Fig. 15.6 Amplasarea drumurilor pe terenurile desecate
a - paralel cu canalul de desecare; b - la mijlocul distanţei dintre canalele de desecare

BCU IASI / CENTRUL VECHI / LIBRARY

Drumurilor permanente li se asigură un bombament de 0,6 - 0,9 m înălțime (fig. 15.6).

Dacă drumul se trasează departe de canalul de desecare, pentru a nu se menține înnoroiat, pe ambele părți ale carosabilului se prevăd șanțuri de scurgere cu adâncimea de 0,8 - 1,0 m (v. fig. 15.6 b). Aceste șanțuri confluează cu rețeaua de desecare.

15.3.4 Executarea rețelei de desecare

Întrucât rețeaua de desecare este formată din canale în debleu, pe traseele de execuție terenul are umiditatea mare iar condițiile geotehnice sunt, în general, nefavorabile, la executarea canalelor de desecare trebuie avute în vedere unele particularități între care cele mai importante sunt:

- ✓ necesitatea de a împrăștia - în straturi cât mai subțiri - întregul volum de pământ care rezultă din săparea canalelor;
- ✓ respectarea succesiunii de execuție, începând cu canalele având secțiunea și debitul mari și terminând cu cele mici, și respectiv, din aval spre amonte pentru fiecare canal;
- ✓ productivitatea redusă a utilajelor datorită aderenței pământului la organele active și dificultățile de deplasare ale mașinilor de lucru ca urmare a excesului de umiditate și a conținutului ridicat de argilă în sol;
- ✓ în zonele cu pământuri mlăștinoase sau nisipoase, secțiunea finală a canalului trebuie realizată etapizat (2 - 3 etape), pe măsura coborârii treptate a nivelului apei freatice;
- ✓ necesitatea bermelor laterale, cu deosebire la canalele mari, pentru a se asigura condiții de curățire mecanizată a secțiunii.

Pentru construcția rețelei de desecare se folosesc excavatoare cu o cupă, cu echipament de draglină*, excavatoare cu multe cupe, cu elindă** laterală etc.

În cazul fundurilor de baltă - cu apă stagnantă - pentru săparea prealabilă a unor canale care să evacueze apa de suprafață și să creeze condiții de lucru mașinilor terasiere se folosesc draga*** cu cupe sau refulantă.

Pe terenurile mlăștinoase, săpătura se execută folosind excavatorul echipat cu șenile late (> 700 mm), astfel ca presiunea specifică a mașinii să nu depășească 15 - 30 kgf/dm^2.

---

* Mașină de săpat și încărcat prevăzută cu un braț mobil, la capătul căruia acționează o cupă, prin intermediul unor cabluri.

** Grindă metalică la excavatoarele cu freze sau cu drage, care susține lanțul purtător de cupe sau cuțite.

*** Instalații plutitoare pentru a săpa sub apă, având ca organ activ cupe fixate pe un suport rotativ (dragă cu cupe) sau absorbind și îndepărtând materialul săpat prin hidromecanizare (dragă hidraulică).

BOKU CENTRAL LIBRARY

În cazul terenurilor nisipoase din Lunca Dunării şi din luncile râurilor interioare mari, săparea canalelor se face etapizat, executându-se mai întâi o *tranşee pionier* - care drenează zona limitrofă - şi după coborârea nivelului freatic la 0,5 - 0,7 m sub suprafaţa terenului (pe cale naturală sau prin pompare) se trece la săparea secţiunii proiectate a canalului.

În principiu, succesiunea operaţiilor la executarea unui canal de desecare este următoare:

- ✓ materializarea pe teren a traseului canalului şi îndepărtarea eventualelor obstacole din zona amprizei;
- ✓ săparea secţiunii şi depunerea în cavaliere* provizorii a pământului rezultat sau, transportul acestuia pentru astuparea unor depresiuni;
- ✓ împrăştierea deponiilor din cavalierul provizoriu de-a lungul canalului, pe unul sau pe ambele maluri, în straturi de circa 0,1 m pentru canalele de ordin inferior şi de maximum 0,3 - 0,5 m de-a lungul colectoarelor principale;
- ✓ finisarea (netezirea) taluzurilor şi fundului canalului, folosind maşini speciale profilatoare sau manual.

15.4 Drenajul subteran

Drenajul subteran pe terenurile agricole reprezintă ansamblul lucrărilor acoperite, realizate pe anumite areale şi la adâncime determinată sub suprafaţa terenului, în scopul reglării regimului hidric în zona de dezvoltare a rădăcinilor plantelor prin eliminarea excesului de umiditate provocat în sol de apa freatică, precipitaţiile abundente sau de irigaţii.

15.4.1 Tipuri de drenaj şi drenuri

Drenajul subteran (drenajul închis, drenajul cu tuburi) se clasifică în funcţie de modul de captare, conducere şi evacuare a apei în exces şi după natura materialelor folosite pentru drenuri.

După cum se realizează captarea, conducerea şi evacuarea apei în exces se deosebesc drenajul orizontal, drenajul vertical şi drenajul mixt.

Drenajul orizontal** cuprinde reţelele de drenuri alcătuite din tuburi sau din materiale drenante, amplasate în poziţii cvasiorizontale, la anumită adâncime sub suprafaţa terenului şi acoperite cu pământ. Drenurile, aproape paralele cu suprafaţa terenului (cu o mică înclinare faţă de planul orizontal) pot fi absorbante şi colectoare.

Drenurile absorbante reprezintă elementele de regularizare a regimului umidităţii solului şi au menirea să capteze apa în exces şi să o conducă pentru a o descărca în drenul colector sau în canalul colector cel mai apropiat.

---

* Coame de pământ de-a lungul unui drum sau canal, rezultate din curăţirea şanţurilor sau săparea canalului.

** Denumirea este oarecum forţată întrucât drenurile nu sunt, obişnuit, perfect orizontale.

BCUM CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Rolul drenului absorbant poate fi jucat şi de canalul din pământ în care cota apei este inferioară nivelului freatic din zona limitrofă (drenaj deschis).

Drenurile colectoare, alcătuite din tuburi, constituie elementele reţelei de drenaj orizontal subteran care primesc apa din drenurile absorbante confluente şi o conduc în canalele colectoare sau de evacuare.

Drenajul vertical sau **drenajul prin puţuri** este format din puţuri absorbante sau colectoare care asigură coborârea nivelului freatic prin eliminarea excesului de apă din sol - gravitaţional (în straturile inferioare) sau prin pompare (la cote superioare) - de unde este evacuată dirijat în afara suprafeţei cu exces.

Drenajul mixt include combinaţii între reţelele de drenaj orizontal şi de puţuri absorbante sau colectoare.

În funcţie de materialele folosite la construcţia drenurilor, se deosebesc drenuri din tuburi, din materiale locale şi din galerii executate în profilul solului (drenaj cârtiţă).

15.4.2 Materiale folosite la construcţia drenajului

În amenajările de drenaj, cea mai largă răspândire o au drenurile din tuburi.

Tuburile folosite la alcătuirea drenurilor trebuie să răspundă unor cerinţe de ordin general, şi anume:

- ✓ să fie fabricate din materiale care se alterează greu, pentru a se asigura drenajului o funcţionare îndelungată;
- ✓ să fie nedeformabile şi să nu se degradeze la transport, manipulare sau la pozarea în tranşee;
- ✓ să permită pătrunderea apei în dren cu uşurinţă şi să nu favorizeze depunerile în secţiunea de curgere a tubului;
- ✓ să aibă diametrul de cel puţin 50 mm, să fie ieftine şi să poată fi puse uşor în operă.

Tuburile din ceramică se folosesc de multă vreme la executarea drenajelor. Au diametrul cuprins între 50 şi 250 mm şi lungimea de 33 cm pentru drenurile absorbante; pentru drenurile colectoare, lungimea tuburilor este de 50 - 80 cm (tab. 15.9). Secţiunea interioară a tuburilor este circulară iar cea exterioară poate fi circulară, hexagonală (fig. 15.7) sau canelată (fig. 15.8).

Tuburile cu conturul exterior poligonal prezintă avantajul că pot asigura mai uşor liniaritatea drenului iar cele cu conturul canelat asigură şi îmbunătăţirea capacităţii de captare a drenului prin reducerea rezistenţelor hidraulice la accesul apei în dren.

Planurile extremităţilor tuburilor sunt perpendiculare pe axă. Se fabrică şi tuburi mufate la un capăt (v. fig. 15.7 c) care favorizează liniaritatea şi stabilitatea drenului, calitatea superioară a lucrării şi siguranţa mai mare în exploatare.

Tabelul 15.9

Dimensiunile tuburilor de ceramică (STAS - 1626 / 1974)

Lungimea tubului (cm)	Diametrul interior (mm)	Grosimea peretelui (mm)
33	50 ± 2	8 - 12
	70 ± 3	9 - 14
	80 ± 3	10 - 16
	100 ± 3	11 - 18
	125 ± 4	12 - 20
50 - 80	150 ± 4	14 - 23
	200 ± 5	16 - 26
	250 ± 6	18 - 30

Peretele interior al tubului trebuie să aibă rugozitatea $\gamma \leq 0,65$.

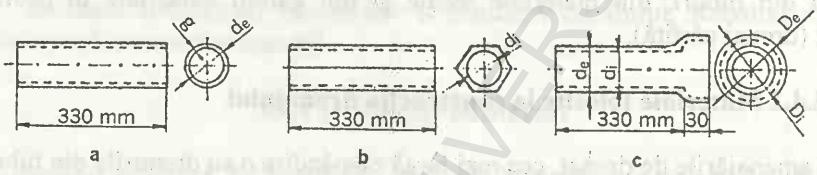


Fig. 15.7 Tuburi de drenaj din ceramică
a - tub cilindric; b - tub cu profilul exterior hexagonal; c - tub cilindric cu mufă

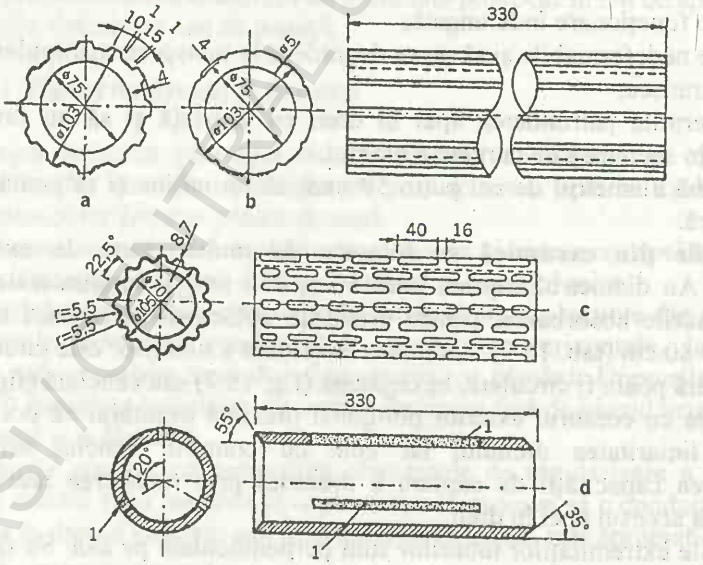


Fig. 15.8 Tuburi ceramice de drenaj cu profilul exterior canelat
a - cu caneluri trapezoidale; b - cu caneluri semicirculare; c - cu caneluri întrerupte;
d - cu fante filtrante; 1 - fantă filtrantă

BCU IASI / CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY

Niţescu E. şi *Leu D.* (1985) au propus fabricarea tuburilor din ceramică prevăzute cu două aripioare evazate care formează un jgheab la partea superioară a tubului (fig. 15.9). Partea inferioară a tubului este poligonală, asigurând o bună stabilitate la pozare şi la acoperirea cu material filtrant şi pământ de umplutură.

Tuburile se îmbină cu un guler în arc de cerc, de forma unui cep, care intră în teşitura interioară a tubului următor din aliniamentul drenului.

Forma canelată a fundului jgheabului de la partea superioară a tubului elimină convergenţa liniilor de curent spre rostul de intrare a apei.

Rostul prin care pătrunde apa în dren este decupat în extremitatea tubului, la partea superioară canelată, astfel că prin îmbinarea cu tubul următor al drenului rezultă o fantă transversală care asigură pentru secţiunea de intrare a apei în dren, 36 cm^2/m liniar. La drenurile alcătuite din astfel de tuburi, consumul de material filtrant este de circa 5 ori mai mic decât în cazul tehnologiei de execuţie a drenurilor cu tuburi standard.

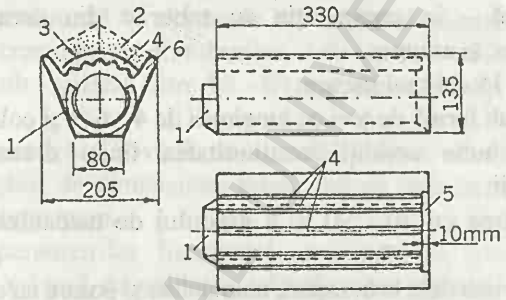


Fig. 15.9 Tub ceramic cu jgheab pentru filtru
1 - cep de îmbinare; 2 - filtru granular; 3 - bandă din geotextil; 4 - caneluri; 5 - decupare în tub (120 x 10 mm); 6 - aripi jgheab dren

Tuburile din ceramică trebuie să îndeplinească unele cerinţe de calitate între care, cele mai importante sunt:

- ✓ să fie bine arse (ţinut suspendat şi lovit cu un obiect din lemn, tubul să emită un sunet clar);
- ✓ profilul interior (circular) al tubului să nu fie ovalizat (diferenţa între cele două diametre perpendiculare să nu depăşească 1 - 3 mm);
- ✓ grosimea peretelui tubului să fie cât mai uniformă;
- ✓ săgeata curbării tuburilor (după generatoare) să nu depăşească 5 mm;
- ✓ planurile extremităţilor tubului să fie perpendiculare pe axa geometrică;
- ✓ tuburile să reziste cel puţin la 15 cicluri de îngheţ - dezgheţ.

Întrucât tuburile din ceramică sunt afectate de îngheţ, pentru condiţiile din România, se recomandă ca drenurile executate din astfel de tuburi să aibă adâncimea minimă de 0,8 - 1,0 m.

Folosirea tuburilor din ceramică la construcţia drenajului prezintă şi unele dezavantaje:

- ✓ greutatea relativ mare a tuburilor (3 - 13,7 kg, în funcţie de diametru) şi cheltuielile ridicate pentru transport (având în vedere că se transportă circa 4 tone pentru un hectar drenat);
- ✓ procent mare de degradare a tuburilor (până la 10 %) prin spargere, fisurare şi ciobirea capetelor la transport, depozitare şi pozare;
- ✓ asigurarea cu dificultate a liniarităţii drenului datorită lungimii scurte a tuburilor;
- ✓ volumul mare de manoperă pentru sortare, manipulare şi depozitare etc.

Tuburile din material plastic. Se folosesc la lucrările de drenaj din deceniul al şaptelea al secolului trecut (în Olanda şi Australia). Ulterior, în ţările industrializate (Marea Britanie, Franţa, Germania etc) peste 90 % din lucrările de drenaj s-au executat cu tuburi din plastic flexibil.

Extinderea folosirii la lucrările de drenaj a tuburilor din material plastic s-a datorat faptului că - în comparaţie cu tuburile din ceramică - prezintă numeroase avantaje, şi anume:

- ✓ sunt de 10 - 15 ori mai uşoare;
- ✓ se livrează sub formă de ţevi cu lungimea de 4 - 6 m şi colaci de 45 - 200 m, asigurându-se în bune condiţii continuitatea liniei drenului şi calitatea superioară a lucrării;
- ✓ permit sporirea cu 70 - 90 % a gradului de mecanizare la executarea drenajului;
- ✓ pierderile de materiale la transport, manipulare şi pozare nu depăşesc 1 - 2 %;
- ✓ nu se degradează prin acţiunea chimică a apei freatice etc;

Principalul dezavantaj al acestor tuburi constă în faptul că materialul plastic este energointensiv.

Tuburile din material plastic se fabrică din policlorură de vinil (PVC) sau din polietilenă de mare densitate şi joasă presiune (PE), cu diametrul cuprins între 40 - 160 mm.

Pentru construcţia drenajului se fabrică mai multe tipuri de tuburi de material plastic, care pot fi grupate în două categorii principale (fig. 15.10):

- ✓ tuburi rigide cu peretele interior neted (lis) având $\gamma = 0,1$;
- ✓ tuburi cu peretele ondulat (riflat), cu ondulaţiile inelare sau elicoidale şi având $\gamma = 0,3$.

Tuburile riflate, comparativ cu tuburile lise, au avantajul flexibilităţii, lungimii mai mari şi grosimii mai reduse a peretelui. Ele se înfăşoară pe tamburi, necesită un număr mic de îmbinări în lungul drenului, au randamentul superior la executarea drenajului şi asigură o economie de material până la 40 %.

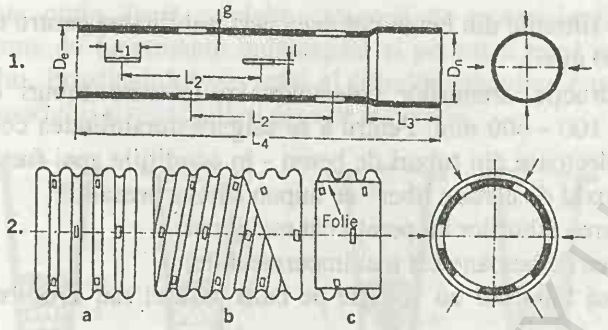


Fig. 15.10 Tuburi din material plastic, pentru drenaj
1 - tub rigid cu peretele neted; 2 - tub cu peretele riflat;
a - cu rifluri inelare; b - cu rifluri elicoidale; c - cu perete dublu
l - lățimea fantei; L_1 - lungimea fantei, L_2 - distanța dintre fante; L_3 - lungimea mufei;
L_4 - lungimea tubului; D_n - diametrul nominal al mufei; D_e - diametrul exterior al tubului

Trecerea apei din sol în drenurile din material plastic se realizează prin orificii sau fante create în pereții tuburilor. Aria totală a orificiilor (fantelor) - pe 1 m lungime de tub - variază între 10 - 80 cm^2, fără a depăși 1 - 1, 5 % din aria tubului.

Activitatea practică a dovedit că sunt de preferat tuburile de drenaj cu un număr mare de găuri de dimensiune mică, față de cele cu număr mic de găuri (fante) de dimensiune mare.

Asigurarea parametrilor funcționali proiectați la construcția drenajului depinde în mare măsură de calitatea tuburilor din material plastic. De aceea, tuburile folosite trebuie să aibă principalii parametri (elementele geometrice, forma, dimensiunile și numărul fantelor, rezistența la strivire, alungirea maximă la tracțiune rapidă etc) în limitele fixate prin standarde.

Pentru controlul calității tuburilor, acestea se marchează cu inițialele fabricii, anul fabricării, diametrul tubului, lățimea orificiilor și standardul care a stat la baza fabricării; pentru tuburile netede, marcarea - care trebuie să fie lizibilă și să nu afecteze integritatea tubului - se face la fiecare bucată iar la cele riflate din 5 în 5 m.

Tuburile din beton pentru drenurile absorbante se fabrică cu peretele dintr-un beton poros. La drenurile executate din astfel de tuburi rezistența hidraulică la intrarea apei în dren este mai mică, deoarece accesul se face pe întreaga suprafață a tubului iar colmatarea secțiunii drenului se produce mai greu, întrucât tuburile se montează prin îmbinare, particulele solide pătrunzând în tub numai prin peretele filtrant al acestuia.

Se folosesc tuburi filtre cu diametrul de 75 - 900 mm din beton cu cheramzit. Cheramzitul este o ceramică expandată, obținută prin arderea argilelor bogate în fier.

Tuburile filtrante din beton pot avea permeabilitatea pentru apă de până la 3,5 mm/s (300 m/zi).

La construcţia drenurilor colectoare se folosesc tuburi din beton cu diametrul de 100 - 600 mm. Pentru a se asigura durabilitatea corespunzătoare drenurilor colectoare din tuburi de beton - în condiţiile apei freatice bogate în sulfaţi sau dioxid de carbon liber - se impun câteva precauţii:

- ✓ fabricarea tuburilor cu pereţii cât mai groşi;
- ✓ folosirea de betoane cât mai impermeabile;
- ✓ vopsirea tuburilor cu vopsele pe bază de ulei sau stropirea acestora cu bitum fluid.

Fitingurile (fig. 15.11) sunt elementele materiale care, se folosesc la drenaj pentru racordarea pe aliniament a tuburilor, racordarea drenurilor absorbante la drenurile colectoare, obturarea drenurilor la capătul amonte etc.

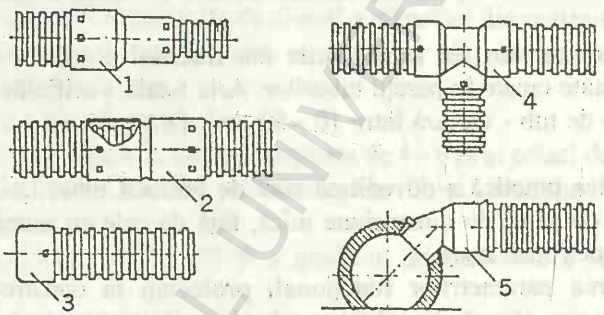


Fig. 15.11 Fitinguri pentru drenaj (după *Niţescu E.* şi *Leu D.*, 1990)
1 - reducţie; 2 - mufă; 3 - buşon de capăt; 4 - ramificaţie (teu); 5 - racord la drenul colector

Materialele locale (piatra, lemnul etc) pot fi folosite la construcţia liniilor de drenuri absorbante în amenajările locale de drenaj.

Drenurile executate din materiale locale (fig. 15.12) pot fi cu umplutură permeabilă pe fundul tranşeei sau cu secţiune de curgere tubulară.

Filtrele pentru drenuri. În scopul prevenirii colmatării secţiunii drenului cu aluviunile antrenate de apa care se drenează din sol, al micşorării rezistenţei hidraulice în zona din vecinătatea drenului - unde se concentrează liniile de curent - şi al îmbunătăţirii condiţiilor de aşezare şi rezistenţă ale drenului, se folosesc la construcţia drenajului diferite materiale poroase (filtrante).

După natura lor, materialele filtrante folosite la drenaj se pot grupa în trei categorii şi anume: granulare, organice şi sintetice (geotextile).

Materialele filtrante granulare (balastul, pietrişul sortat 2 - 4 mm, nisipul grosier, zgura de furnal granulată) se folosesc indiferent de tipul textural de sol şi de compoziţia chimică a apei freatice. Oferă condiţii hidraulice bune, se

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

colmatează mai puţin decât celelalte categorii de materiale filtrante, sunt stabile, au durata de funcţionare îndelungată şi permit o bună mecanizare la pozarea filtrului. Principalul dezavantaj al filtrelor granulare constă în costul ridicat al transportului şi manipulării acestor materiale.

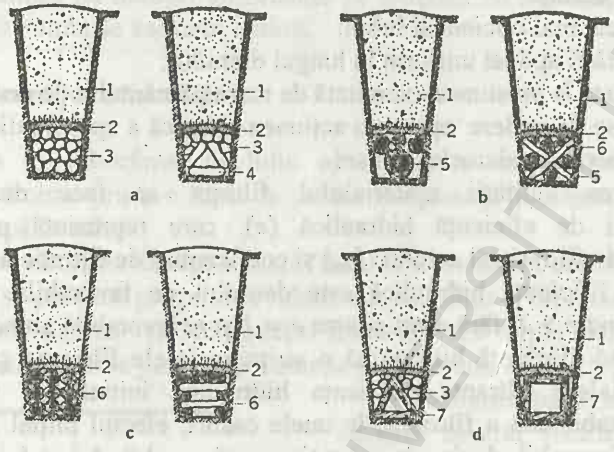


Fig. 15.12 Drenuri din materiale locale
a - din piatră; b - din fascine; c - din prăjini de lemn; d - din scânduri
1 - pământ; 2 - brazdă de iarbă; 3 - piatră; 4 - lespezi de piatră;
5 - fascine; 6 - prăjini de lemn; 7 - scânduri

Materialele filtrante organice (paiele de cereale, cocenii de porumb, tulpinile de in, turba, stuful, talaşul de lemn, crengile tocate etc) sunt recomandabile, mai ales, pentru zonele cu nivelul freatic permanent ridicat. Deşi în stare afânată au greutatea volumetrică mică şi permeabilitatea mare, după punerea în operă şi acoperirea cu pământ, materialele filtrante organice se tasează şi îşi reduc permeabilitatea. Cu trecerea timpului - prin procesul de putrezire - se formează în masa stratului filtrant goluri care favorizează circulaţia bună a apei spre dren.

Eficacitatea acestor materiale se diminuează considerabil în solurile cu apa freatică bogată în fier şi mangan.

Materialele filtrante sintetice (terasinul, netesinul, filtexul, madrilul, drenatexul, împâslitura din fibre de sticlă ş. a.) sunt produse ţesute sau neţesute din fibre, filamente sau fire din polimeri sintetici care se folosesc la drenaj înfăşurate pe tubul de dren, ca saltea sub tubul drenului şi/sau ca plapumă peste dren.

Această categorie de materiale filtrante prezintă o mare sensibilitate la particulele fine purtate de apa în mişcare spre dren încât, în unele cazuri, capacitatea de absorbţie a drenului poate fi compromisă numai după câţiva ani de funcţionare.

Numeroase cercetări au dovedit că în cazul solurilor bogate în fier bivalent şi mangan trebuie evitate materialele filtrante sintetice deoarece acestea sunt încărcate electric pozitiv şi fixează fierul, producând colmatarea filtrului.

În general, alegerea şi folosirea materialului filtrant trebuie subordonate următoarelor cerinţe:

- ✓ să fie cât mai eficient şi ieftin;
- ✓ să poată fi aplicat uniform în lungul drenului;
- ✓ să reziste la presiunea exercitată de masa pământului de deasupra;
- ✓ să nu se degradeze uşor prin acţiunea chimică a apei freatice şi/sau prin activitatea microorganismelor din sol.

Aprecierea calităţii materialului filtrant se face după valoarea coeficientului de eficienţă hidraulică (e), care reprezintă raportul între coeficientul de filtraţie al solului (k_{sol}) şi coeficientul de filtraţie al materialului filtrant (k_f). Eficienţa hidraulică este deosebit de favorabilă dacă $e \gg 1$, favorabilă când $e > 1$, fără efect pentru $e = 1$ şi nefavorabilă atunci când $e < 1$. Cea mai bună eficienţă hidraulică o au materialele filtrante granulare. La toate materialele filtrante, eficienţa hidraulică iniţială se reduce după colmatarea stabilizată a filtrului; în unele cazuri, efectul iniţial favorabil sau deosebit de favorabil, devine în scurt timp nefavorabil. Acest fapt evidenţiază importanţa corelării însuşirilor solului şi ale apei freatice cu cele ale materialelor filtrante folosite.

La drenurile absorbante amplasate pe terenurile în pantă se recomandă ca grosimea stratului filtrant să fie mai mare, pentru a spori capacitatea drenului de interceptare şi captare a curenţilor de apă freatică. Analog se procedează şi când drenajul cu tuburi se asociază cu drenajul cârtiţă, stratul filtrant având şi rolul de a asigura legătura hidraulică dintre galeriile drenajului cârtiţă şi drenurile tubulare.

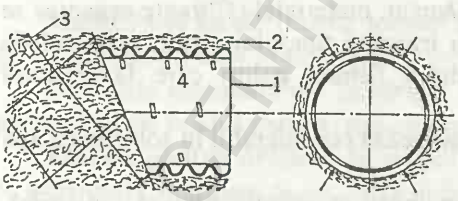


Fig. 15.13 Tub de dren din material plastic, echipat cu înveliş filtrant
1 - tub de drenaj; 2 - înveliş filtrant; 3 - sârmă pentru fixarea învelişului filtrant; 4 - folie

La executarea complet mecanizată a drenurilor absorbante se folosesc şi tuburi riflate din material plastic, flexibile, rezistente la compresiune şi echipate cu înveliş filtrant din materiale organice sau geotextile (fig. 15.13).

Practica a dovedit că în cazul solurilor coezive, cu structura hidrostabilă şi permeabilitatea bună, prezenţa stratului filtrant în jurul tubului de dren nu este strict necesară, cu condiţia ca executarea lucrării să se facă pe timp uscat şi să se folosească maşini de drenaj care perturbă puţin pământul în proximitatea drenului.

Studiile pentru proiectarea rețelei de drenaj trebuie să permită elaborarea mai multor variante de complexe dren + material filtrant și - în funcție de însușirile solului de pe terenul de amenajat, de materialele disponibile pentru drenuri și filtru, tehnologia de execuție, mijloacele de transport etc - să se calculeze desimea de drenuri absorbante pe unitatea de suprafața și investiția specifică, adoptându-se varianta optimă.

15.4.3 Drenajul orizontal

Captarea și coborârea nivelului apei freatice se realizează în cazul drenajului orizontal printr-o rețea de drenuri amplasată în cuprinsul suprafeței cu exces de apă în sol.

Între două elemente de regularizare (drenuri absorbante), coborârea nivelului apei freatice se produce progresiv evidențiindu-se printr-o suprafață de depresie care, secționată normal față de direcția drenurilor are forma unei parabole cu punctul cel mai ridicat la jumătatea distanței dintre drenuri (fig. 15.14).

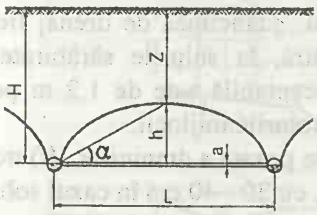


Fig. 15.14 Curba de depresie între două drenuri absorbante
H - adâncimea de pozare a drenurilor;
Z - adâncimea de drenaj (norma de desecare);
h - înălțimea maximă a curbei de depresie;
a - diferența de nivel dintre punctul cel mai jos de pe curba de depresie și nivelul apei din drenuri; L - distanța dintre drenuri

Adâncimea până la care trebuie coborât nivelul freatic la mijlocul distanței între două drenuri absorbante consecutive se numește *adâncime de drenaj* (Z) sau *normă de desecare*. Valoarea adâncimii de drenaj se adoptă în funcție de natura plantelor cultivate, însușirile hidrofizice ale solului, gradul de mineralizare a apei freatice și de caracteristicile climatice ale zonei (umedă, subumedă, secetoasă).

Adâncimea de drenaj pentru culturile din asolament se stabilește în funcție de planta cea mai pretențioasă la aerarea normală a solului în zona rădăcinilor, urmând ca la plantele cu cerința mai mare pentru apă și pe faze de vegetație, nivelul freatic să fie reglat în timpul exploatării suprafeței drenate.

Numeroase cercetări arată că în cazul apei freatice care nu prezintă pericolul de sărăturare a solului, nivelul hidrostatic freatic trebuie coborât și menținut primăvara la aproximativ 0,7 - 0,8 m iar vara la 1,2 - 1,5 m sub suprafața terenului. În zona umedă, adâncimea medie de drenaj pe întreaga perioadă de vegetație - în funcție de sol și plantele de cultură - se recomandă să aibă valorile din tabelul 15.10.

Tabelul 15.10

Adâncimea (cm) medie de drenaj (Z) pe întreaga perioadă de vegetație, în funcție de sol și plantele de cultură în zona umedă (după *Cerkasov*)

Planta de cultură	Natura solului			
	Turbă de șes	Nisipos și nisipo-lutos	Luto-nisipos	Argilos
Borceag pentru fân, ierburi furajere anuale	50 - 60	40 - 50	45 - 60	50 - 55
Fânețe (ierburi perene)	60 - 70	45 - 60	55 - 70	50 - 65
Pășuni (ierburi perene)	80 - 90	50 - 70	70 - 90	80 - 85
Cereale (culturi pentru siloz)	70 - 90	50 - 65	60 - 80	70 - 75
Cartofi, rădăcinoase	80 - 90	55 - 80	70 - 100	80 - 90
Majoritatea legumelor	75 - 85	50 - 75	70 - 90	75 - 85
Culturi cu rădăcini adânci (hamei, cânepă, pepeni verzi)	80 - 100	60 - 85	80 - 100	85 - 95
Pomi și arbuști fructiferi	100 - 125	80 - 95	90 - 120	100 - 110

În cazul pericolului de salinizare a solului, adâncimea de drenaj trebuie majorată. Astfel, în condițiile din țara noastră, la solurile sărăturate sau potențial salinizabile, adâncimea de drenaj acceptabilă este de 1,2 m pentru solurile ușoare și grele și de 1,5 - 1,8 m pentru solurile mijlocii.

Față de norma de desecare (*Z*), adâncimea de pozare a drenurilor (*H*) trebuie să fie mai mare cu 20 - 30 cm la solurile ușoare, cu 30 - 40 cm în cazul solurilor mijlocii și cu 40 - 50 cm pentru solurile grele (*Haret C., Stanciu I.*, 1978).

Rețeaua de drenaj orizontal. Rețeaua subterană de drenuri absorbante și colectoare, împreună cu dispozitivele și construcțiile hidrotehnice aferente se amplasează pe suprafețele interesate, dependent de condițiile locale. Schema de amenajare poate cuprinde drenuri absorbante care se descarcă direct într-un canal de desecare sau poate fi alcătuită din drenuri absorbante care confluează cu drenuri colectoare și care - la rândul lor - descarcă apa colectată în canale de colectare - evacuare (fig. 15.15).

Amplasarea în plan a rețelei de drenuri este condiționată și de panta terenului. Astfel, în cazul pantei mici (< 5 ‰), pentru a se asigura funcționarea normală a drenajului, drenurile absorbante se orientează pe direcția liniei de cea mai mare pantă iar drenurile colectoare, aproximativ în lungul curbelor de nivel, realizându-se așa numita schemă longitudinală (fig. 15.16 a). Pe terenurile cu panta mai mare de 1 % este eficientă schema transversală de amenajare (fig. 15.16 b) la care drenurile absorbante urmăresc traseul general al curbelor de nivel iar drenurile colectoare se amplasează aproximativ pe direcția liniei de cea mai mare pantă sau în zig-zag. Amplasarea drenurilor după schema transversală asigură o eficacitate sporită în captarea apei și coborârea

nivelului freatic. Față de amplasarea longitudinală, în cadrul acestei scheme, distanța dintre drenurile absorbante poate fi mărită cu 20 - 25 %. Pe de altă parte, schema transversală permite acțiunea bilaterală a drenului colector, prin dispunerea drenurilor absorbante față de acestea, în formă de spic (fig. 15.16 c).

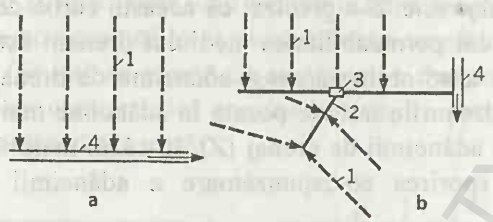


Fig. 15.15 Scheme de drenaj orizontal
a - cu descărcarea drenurilor absorbante direct în canalul de desecare (sistem singular);
b - cu descărcarea drenurilor absorbante direct în drenurile colectoare (sistem complex);
1 - dren absorbant; 2 - dren colector; 3 - cămin de vizitare; 4 - canal de desecare

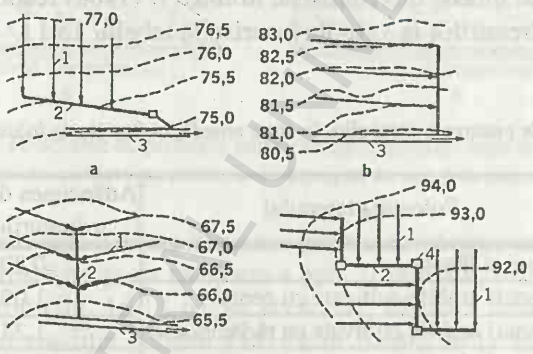


Fig. 15.16 Scheme de amplasare a rețelelor de drenaj orizontal
a - schema longitudinală; b - schema transversală; c - rețea de drenaj în formă de spic;
d - rețea de drenaj pentru văi; 1 - dren absorbant; 2 - dren colector; 3 - canal de desecare;
4 - cămin de control (vizitare)

În lungul văilor, rețeaua de drenaj se poate realiza combinând amplasarea longitudinală cu cea transversală (fig. 15.16 d).

Stabilirea adâncimii și distanței între drenuri. Adâncimea de amplasare a drenurilor absorbante și distanța dintre ele se stabilesc astfel încât să se obțină coborârea nivelului apei freatice la valoarea adâncimii de drenaj (*Z*).

Între două drenuri absorbante, apa din masa profilului de sol circulă din punctele cu cota mai mare spre punctele mai joase datorită diferenței de presiune. Când nivelul freatic - la jumătatea distanței între drenuri - are față

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

de planul de amplasare a drenurilor potențialul hidraulic echivalent cu înălțimea coloanei de apă necesară compensării rezistențelor opuse de sol mișcării apei, curgerea spre drenuri încetează iar suprafața liberă a apei freatice are în secțiunea verticală alura unei parabole cu convexitatea în sus, numită *curbă de depresie*. S-a precizat că această curbă de depresie este cu atât mai plată cu cât permeabilitatea mediului drenant este mai mare și în consecință, pentru a se obține aceeași adâncime de drenaj, la solurile mai puțin permeabile drenurile trebuie pozate la adâncime mai mare. Pe de altă parte, conservarea adâncimii de drenaj (Z), în cazul majorării distanței între drenuri, implică sporirea corespunzătoare a adâncimii de amplasare a acestora.

Din punct de vedere economic, amplasarea drenurilor la mai mult de 1,5 - 2,0 m sub suprafața terenului nu este convenabilă iar pozarea drenurilor la adâncimea mai mică de 0,8 m este limitată de adâncimea de îngheț, care poate periclita amenajarea.

Pentru zonele umede din România, *Mihnea I.* (1968) recomanda adâncimea de amplasare a drenurilor la valorile înscrise în tabelul 15.11.

Tabelul 15.11

Adâncimea de pozarea a drenurilor în zona umedă, în funcție de folosința terenului

Nr. crt.	Folosința terenului	Adâncimea de pozare a drenurilor (m)
1	Pășuni și fânețe	0,80
2	Terenuri arabile cultivate cu cereale	1,00
3	Terenuri arabile cultivate cu rădăcinoase	1,25
4	Terenuri plantate cu pomi	1,50 - 2,00

Distanța (L) între drenurile absorbante se poate stabili prin calcul - inclusiv prin folosirea nomogramelor - se poate adopta, în condiții determinate, după datele din literatura de specialitate sau se poate determina experimental.

Formulele elaborate pentru stabilirea distanței între drenuri au la bază legea lui *Darcy* privind curgerea apei prin medii poroase și sunt rezultatul unor raționamente condiționate de regimul de scurgere a apei în sol, omogenitatea profilului, stratificația, poziția de amplasare a drenurilor față de stratul impermeabil etc.

Modalitatea de folosire a formulelor pentru calculul distanței între drenuri - în funcție de cazurile cele mai frecvent întâlnite în practica drenajului din țara noastră - este prezentată în tabelul 15.12.

BCU CLUJ CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY

Ipoteza regimului de scurgere a apei din sol este criteriul principal care grupează relaţiile de calcul a distanţei (L) între drenuri. Regimul de scurgere a apei în sol poate fi permanent şi nepermanent.

Regimul de scurgere permanent admite funcţionarea reţelei de drenaj în condiţiile realizării şi menţinerii unui echilibru între aportul de apă în sol şi evacuarea acesteia prin drenuri încât nivelul freatic se păstrează permanent la aceeaşi adâncime (h) faţă de planul de amplasare a drenurilor (fig. 15.17 a). Această situaţie este caracteristică zonelor umede, cu precipitaţii bogate, de lungă durată şi cu intensitatea mică.

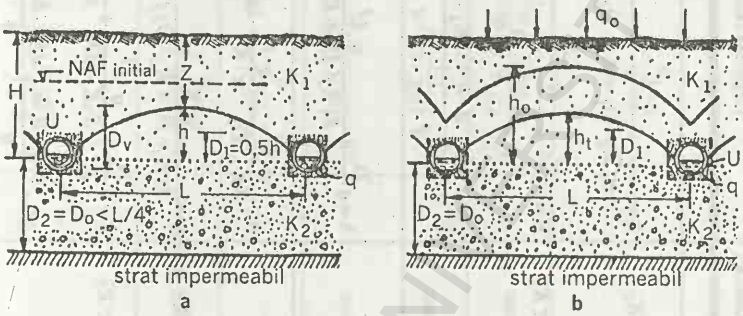


Fig. 15.17 Scheme de principiu pentru calculul distanţei între drenuri
a - în regim de scurgere permanent; b - în regim de scurgere nepermanent

Regimul de scurgere nepermanent se caracterizează prin variaţia însemnată a debitelor de alimentare şi de evacuare a apei şi implicit, prin fluctuaţii mari ale nivelului freatic (fig. 15.17 b). În acest caz, distanţa între drenuri (L) se calculează punând condiţia coborârii nivelului freatic de la înălţimea maximă (h_0) la adâncimea optimă (h_t) într-un interval de timp (t).

Funcţionarea reţelei de drenaj în regim de scurgere nepermanent este specifică zonelor cu precipitaţii de scurtă durată dar cu intensitatea mare şi terenurilor irigate.

Indiferent de regimul de scurgere a apei în sol, stabilirea prin calcul a distanţei între drenuri se face diferenţiat, în funcţie de omogenitatea profilului de sol, stratificaţia şi poziţia de amplasare a drenurilor în raport cu limita de separaţie a straturilor cu permeabilităţi diferite şi/sau faţă de stratul impermeabil (fig. 15.18, 15.19, 15.20 şi 15.21).

Se menţionează că în luncile râurilor, pe terase, câmpiile joase şi depresiunile din ţara noastră, cazurile cele mai frecvente se prezintă ca succesiuni de straturi cu permeabilitatea diferită. În general, se disting, un complex de suprafaţă slab permeabil (K_1 = *0,1 - 3,0 m/zi*) şi un depozit acvifer cu permeabilitatea mare şi foarte mare (K_2 = *10 - 100 m/zi*).

Tabelul 15.12

Folosirea formulelor de calcul a distanței (L) între drenuri în funcție de cazurile frecvent întâlnite în practica drenajului din România

Condiții de sol; ipoteză; regim de scurgere; amplasare drenuri	Formula indicată pentru calcul	Expresia relației de calcul	Figura
1	2	3	4
Profilul solului neomogen; ipoteza regimului de scurgere permanent; **drenurile situate la limita de separație a straturilor;** adâncimea până la stratul impermeabil $D_0 < L/4$	Formula *Ernst* pentru $K_1 \leqslant K_2$	$h = \frac{q \cdot L^2}{8(K_1 \cdot D_1 + K_2 \cdot D_2)} + \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K_2} ln \frac{D_o}{U}$	15.18 a
	Formula *Ernst* pentru $K_1 \ll K_2$	$h = q\frac{D_v}{K_1} + \frac{q \cdot L^2}{8 \cdot K_2 \cdot D_2} + \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K_2} ln \frac{D_o}{U}$	15.18 a
	Formula *Hooghoudt*	$L^2 = \frac{8K_2 \cdot d \cdot h}{q} + \frac{4K_1 \cdot h^2}{q}$	15.19 a
Profilul solului neomogen; regimul de scurgere permanent; **drenurile situate deasupra limitei de separație a straturilor;** adâncimea până la stratul impermeabil $D < L/4$	Formula *Ernst*	$h = q\frac{D_v}{K_1} + \frac{q \cdot L^2}{8(K_1 \cdot D_1 + K_2 \cdot D_2)} + \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K_1} ln \frac{a \cdot D_o}{U}$	15.18 a
Profilul solului neomogen; regimul de scurgere permanent; **drenurile situate sub limita de separație a straturilor;** adâncimea până la stratul freatic D < L/4	Formula generală *Ernst*	$h = \frac{q \cdot L^2}{8K_2 \cdot D_o} + \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K_2} \cdot ln\left(\frac{D_o}{U}\right)$	15.18 c
	Formula *Ernst* pentru $K_1 \leqslant K_2$	$h = \frac{q \cdot L^2}{8(K_1 \cdot D_1 + K_2 \cdot D_2)} + \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K_2} ln \frac{D_o}{U}$	15.18 c
	Formula *Ernst* pentru $K_1 \ll K_2$	$h = q\frac{D_v}{K_1} + \frac{q \cdot L^2}{8 \cdot K_2 \cdot D_2} + \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K_2} ln \frac{D_o}{U}$	15.18 c
	Formula *Hooghoudt*	$L^2 = \frac{8K_2 \cdot d \cdot h}{q} + \frac{4K_1 \cdot h^2}{q}$	15.19 b
	Formula *Hooghoudt* pentru $h \ll D$	$L^2 = \frac{8K_2 \cdot d \cdot h}{q}$	15.19 b

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 15.12 (continuare)

1	2	3	4
Profilul solului omogen; regimul de scurgere permanent; **stratul impermeabil se află la adâncimea $D_0 < L/4$ față de planul drenurilor**	Formula *Ernst*	$h=\frac{q\cdot L^2}{8K\cdot D}+\frac{q\cdot L}{\pi\cdot K}ln\frac{D_o}{U}$	15.18 d
	Formula *Hooghoudt*	$L^2=\frac{8K\cdot d\cdot h}{q}+\frac{4K\cdot h^2}{q}$	15.19 c
Profilul solului omogen; regimul de scurgere permanent; **stratul impermeabil se află la adâncimea $D_0 > L/4$ față de planul drenurilor**	Formula *Ernst, Töksöz* şi *Kirkham*	$h=\frac{q\cdot L}{\pi\cdot K}ln\frac{L}{U}$	15.20 c
Profilul solului omogen; regimul de scurgere permanent; **drenurile amplasate chiar pe stratul impermeabil**	Formula *Hooghoudt*	$L^2=\frac{4K\cdot h^2}{q}$	15.19 d
Profilul solului neomogen; regimul de scurgere nepermanent; drenurile amplasate la înălțimea $D< L/4$ față de stratul impermeabil	Formula *Glover - Dumm*	$L_o^2=\frac{10(K_1\cdot D_1+K_2\cdot D)}{V}J$	15.21 a
Profilul solului omogen; regimul de scurgere permanent; drenurile la înălțimea $D < L/4$ față de stratul impermeabil	Formula *Glover - Dumm*	$L_o^2=\frac{10K\cdot D}{V}J$	15.21 b
Profilul solului omogen; regimul de scurgere nepermanent; **drenurile amplasate pe stratul impermeabil**	Formula *Glover - Dumm*	$L_o^2=\frac{4{,}5\cdot t\cdot K\cdot h_o\cdot h_t}{V(h_o-h_t)}$	15.21 c

BCU "LUCIAN BLAGA" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

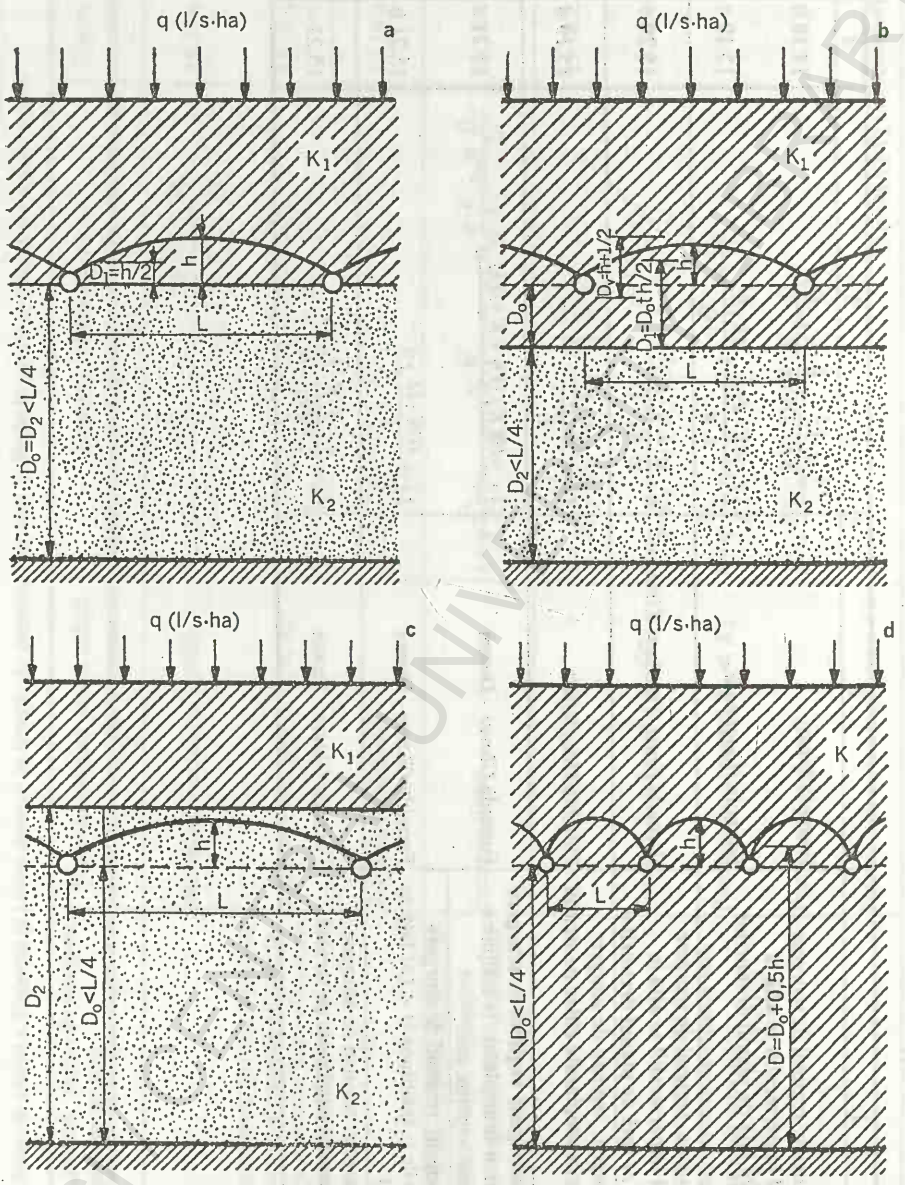


Fig. 15.18 Scheme pentru stabilirea distanței între drenuri - în condițiile regimului de scurgere permanent - după formulele lui *Ernst*

a - drenurile situate la limita de separație a straturilor; b - drenurile situate deasupra limitei de separație a straturilor; c - drenurile situate sub limita de separație a straturilor; d - profil omogen de sol și stratul impermeabil la adâncimea $D_0 < L/4$ față de planul drenurilor

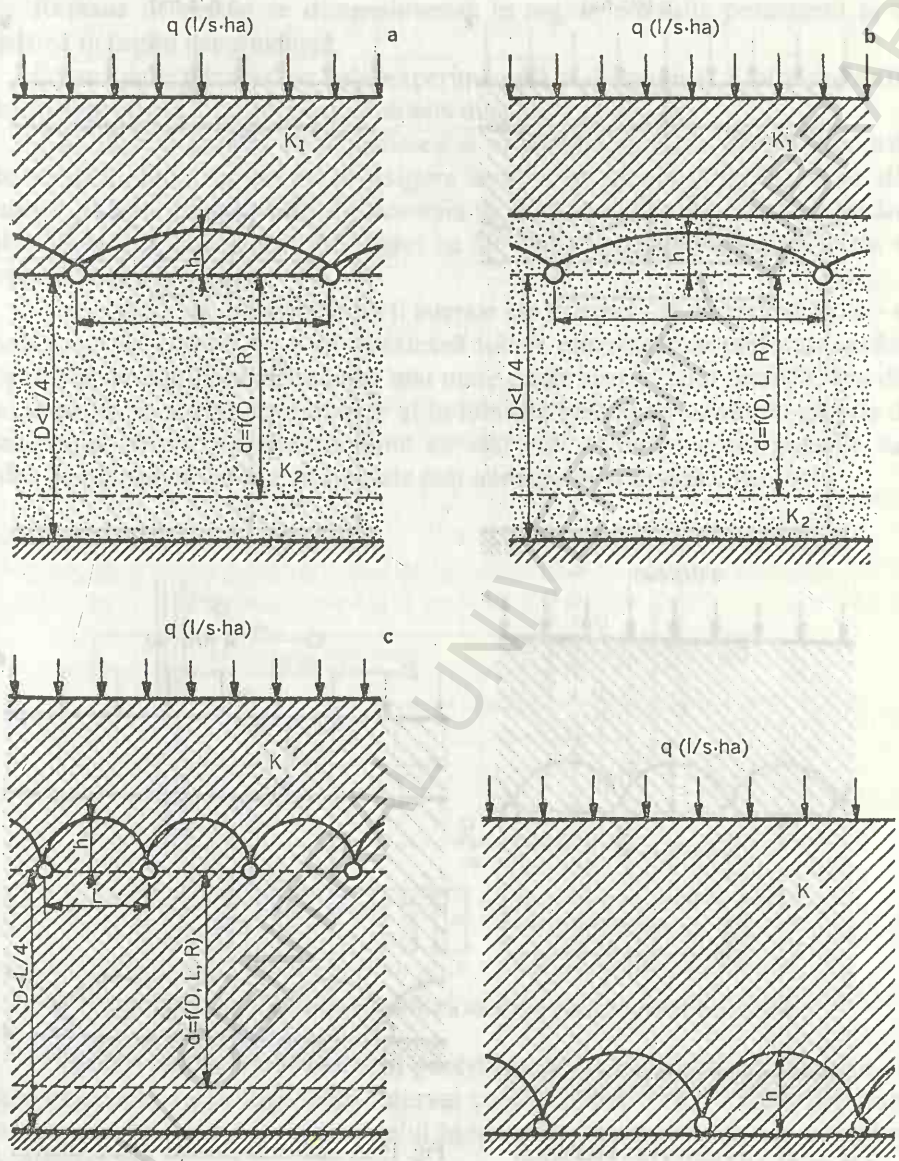


Fig. 15.19 Scheme pentru stabilirea distanței între drenuri - în condițiile regimului de scurgere permanent - după *Hooghoudt*

a - drenurile situate la limita de separație a straturilor; b - drenurile situate sub limita de separație a straturilor; c - profil omogen, stratul impermeabil la adâncimea $D < L/4$ față de planul drenurilor; d - profil omogen, drenurile amplasate pe stratul impermeabil

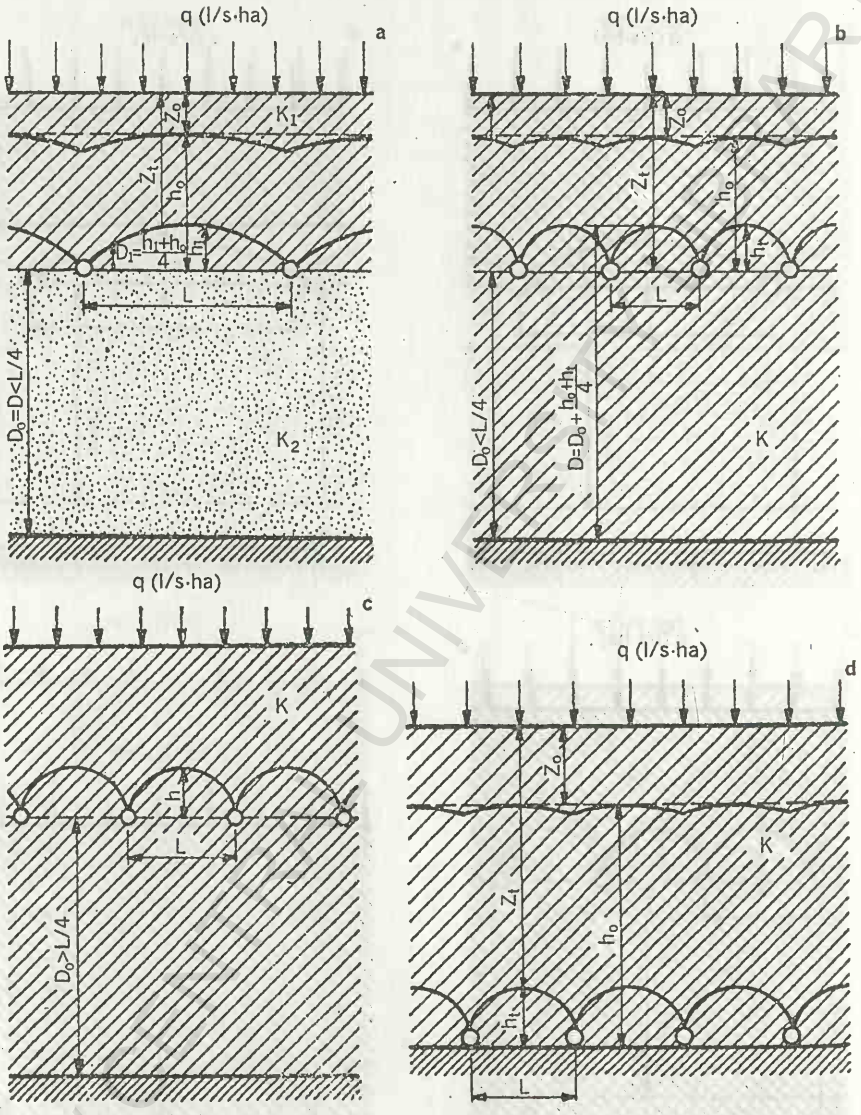


Fig. 15.20 c Scheme pentru stabilirea distanței între drenuri în condițiile regimului de scurgere permanent, profil omogen după *Ernst*, *Töksöz* şi *Kirkham*

Fig. 15.21 Stabilirea distanței între drenuri în condițiile regimului de scurgere nepermanent după *Glover - Dumm*
a - profil neomogen, drenurile amplasate la limita dintre straturi, b - profil omogen, drenurile situate la distanța $D_0 < L/4$ față de stratul impermeabil; d - profil omogen, drenurile amplasate la distanța $D_0 > L/4$

Rețeaua de drenaj se dimensionează în regim hidraulic permanent şi se verifică în regim nepermanent.

Pentru determinarea pe cale experimentală a distanței (L) între drenurile absorbante (fig. 15.22) se poate proceda după cum urmează:

✓ se sapă o tranşee cu adâncimea şi orientarea stabilite pentru drenurile absorbante; dacă nu se poate asigura evacuarea gravitațională a apei din tranşee, la una din extremitățile acesteia se sapă un bazin de colectare, având adâncimea mai mare decât a tranşeei cu 50 - 70 cm; apa colectată în bazin se evacuează prin pompare;

✓ pe o parte sau pe ambele părți laterale ale tranşeei - la distanțe diferite - se sapă gropi de control (sau se instalează tuburi piezometrice perforate, având diametrul de 2 țoli) cu adâncimea mai mare decât nivelul apei freatice; apa din sol în exces se scurge spre tranşee şi în tuburile piezometrice sau în gropile de observație, nivelul hidrostatic fiind cu atât mai coborât cu cât puțurile sau tuburile piezometrice sunt amplasate mai aproape de tranşeea colectoare;

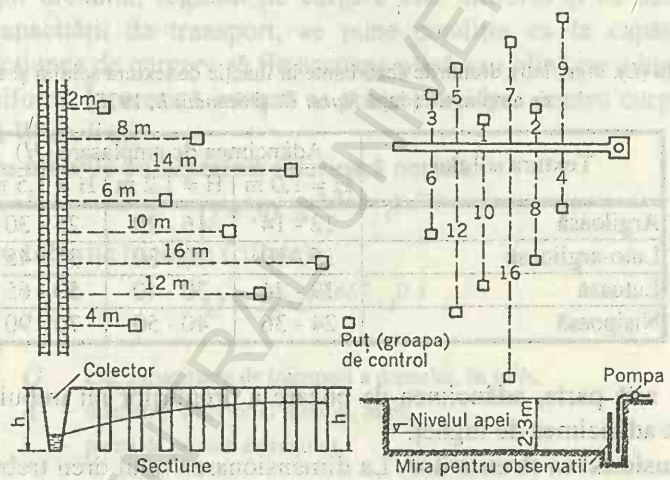


Fig. 15.22 Stabilirea experimentală a distanței între drenurile absorbante

✓ după o perioadă de observații periodice asupra adâncimii apei freatice - în care trebuie să se includă şi un interval cu ploi abundente, se identifică puțul sau groapa de control în care nivelul hidrostatic freatic corespunde adâncimii de drenaj (Z);

✓ distanța (L) între drenurile absorbante reprezintă dublul depărtării până la tranşee a puțului sau a gropii de observație în care adâncimea medie a apei este egală cu norma de desecare (Z);

Distanța (L) între drenurile absorbante poate fi aproximată şi după datele din literatura de specialitate, determinate pentru diferite condiții (tab. 15.13 şi 15.14).

Tabelul 15.13

Distanța (*L*), în m, între drenurile absorbante în funcție de textura solului și panta terenului

Textura solului	Panta terenului (%)			
	<0,05	0,05 - 0,20	0,2 - 1,0	> 1,0
Argiloasă și luto-argiloasă	20 - 25	25 - 30	35 - 55	55 - 75
Lutoasă	25 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 80

Adâncimea (*H*) de amplasare a drenurilor absorbante trebuie să satisfacă relația:

$$H = Z + h + 0{,}5 \cdot d_f \qquad (15.11)$$

în care:

Z - este adâncimea de drenaj (norma de desecare), în m;

h - înălțimea curbei de depresie asupra planului de amplasare a drenurilor, în m;

d_f - diametrul complexului dren + filtru, în m.

Tabelul 15.14

Distanța (*L*), în m, între drenurile absorbante în funcție de textura solului și adâncimea de amplasare (după *Haret C.* și *Stanciu I.*, 1978)

Textura solului	Adâncimea de amplasare (*H*)		
	H = 1,0 m	H = 1,2 m	H = 1,5 m
Argiloasă	12 - 14	16 - 20	25 - 30
Luto-argiloasă	15 - 19	20 - 30	35 - 45
Lutoasă	19 - 24	30 - 40	50 - 65
Nisipoasă	24 - 36	40 - 50	70 - 90

Pe de altă parte, adâncimea de pozare a drenurilor nu trebuie să fie mai mică decât adâncimea de îngheț.

Dimensionarea drenurilor. La dimensionarea unui dren trebuie stabilite: capacitatea de captare și transport a drenului, debitul de evacuat și lungimea drenului.

Capacitatea de captare și transport a drenului (*Q*) se determină în funcție de diametrul tubului de dren, pantă și rugozitate, astfel încât să rezulte atât secțiunea economică cât și viteza convenabilă de circulație a apei în dren.

Diametrul tubului de dren absorbant se alege în limitele 50 - 100 mm și rămâne, de regulă, constant pe întreaga lungime a drenului. La drenurile colectoare, diametrul se stabilește pe tronsoane de lungime de dren, dependent de mărimea debitului de transportat.

Panta drenului se adoptă la valori potrivite care - în funcție de rugozitate să asigure pentru circulația apei viteza admisibilă. Valorile minime recomandate

pentru panta drenurilor absorbante şi colectoare închise, din diferite materiale, sunt cele înscrise în tabelul 15.15.

Tabelul 15.15

Panta minimă pentru drenurile absorbante şi colectoare închise

Tipul de dren	Panta minimă
Drenuri din ceramică şi plăci de piatră	0,002
Drenuri cu tubulatură din scânduri	0,003
Drenuri din fascine	0,004
Drenuri din umplutură de piatră	0,005
Drenuri cu fante	0,002
Drenuri cârtiţă în pământuri minerale	0,003
Drenuri cârtiţă în pământuri turboase	0,004

În lungul drenului, regimul de curgere este uniform şi de aceea, pentru stabilirea capacităţii de transport, se pune condiţia ca la capătul aval al drenului, secţiunea de curgere să fie aproape plină sau plină pe o lungime mică în regim uniform. În această ipoteză se poate considera pentru curgerea liberă în tub (după *Wesseling*):

- ✓ pentru tuburile cu suprafaţă interioară netedă;

$$Q = 50 \cdot d^{2,714} \cdot i^{0,572} \qquad (15.12)$$

- ✓ pentru tuburile rugoase (riflate);

$$Q = 22 \cdot d^{2,667} \cdot i^{0,5} \qquad (15.13)$$

în care:

Q este capacitatea de transport a drenului, în m^3/s;
d - diametrul interior al tubului, în m;
i - panta de pozare a drenului.

Pentru operativitate pot fi folosite nomogramele din figura 15.23 şi 15.24, întocmite după formulele lui *Wesseling*.

Colmatarea parţială, în timp, a secţiunii de curgere a drenului determină diminuarea capacităţii de transport a acestuia, efect care trebuie avut în vedere la proiectare. Considerând reducerea capacităţii de transport cu 25 % rezultă:

$$Q_c = 0,75 \cdot Q \qquad (15.14)$$

în care:

Q_c este debitul drenului cu secţiunea colmatată în proporţie de 25 %, în m^3/s;
Q - debitul maxim al drenului cu secţiunea necolmatată, în m^3/s;

Debitul de evacuat (Q_e) se calculează în funcţie de debitul specific de drenaj (q_d) şi de suprafaţa de teren aferentă drenului (S_d).

BCU IAŞI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

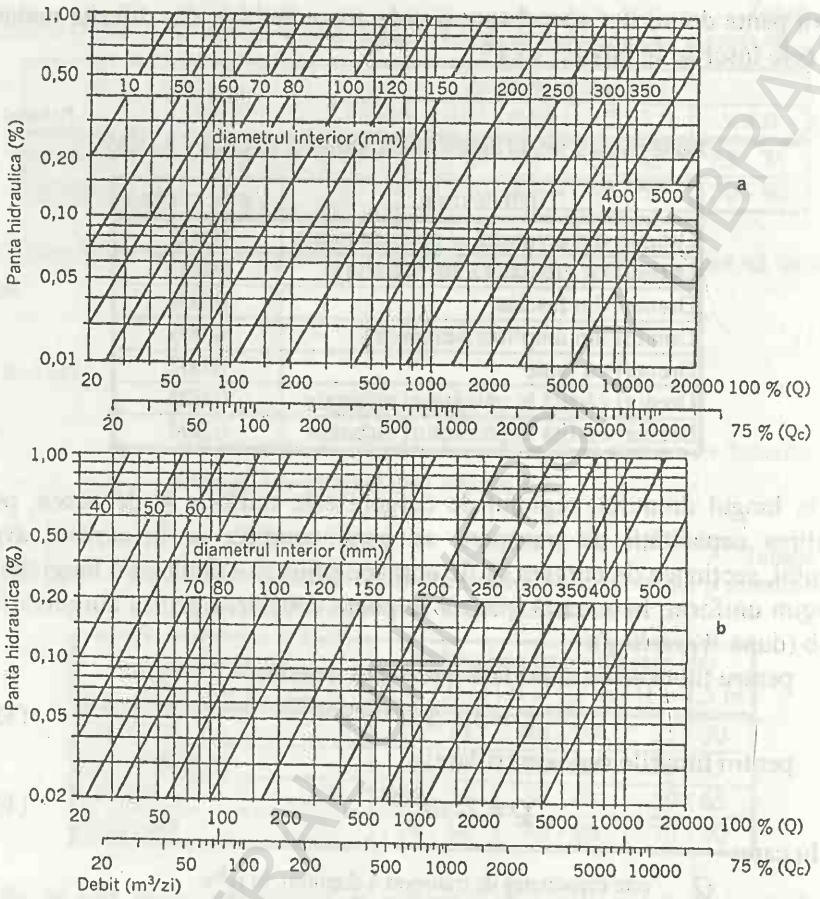


Fig. 15.23 Nomograme pentru determinarea debitelor drenurilor absorbante cu curgere liberă (după *Wesseling*) a - pentru drenuri netede; b - pentru drenuri riflate

Debitul specific de drenaj se determină experimental, se calculează prin formule empirice sau se adoptă după valorile recomandate în literatura de specialitate (tab. 15.16).

Suprafața aferentă drenului reprezintă produsul între lungimea drenului (B) și distanța între drenuri (L) încât:

$$Q_e = q_d \cdot S_d = q_d \cdot L \cdot B \qquad (15.15)$$

în care:

- Q_e reprezintă debitul de evacuat prin drenul absorbant, în m³/zi;
- q_d - debitul specific de drenaj, în m³/zi· ha; q_d (m³/zi· ha) = 86,4 q_d (l/s· ha);
- L - distanța între drenuri, în m;
- B - lungimea drenului, în m.

BCU IAȘI CENTRU DE RESURSE PENTRU BIBLIOTECI

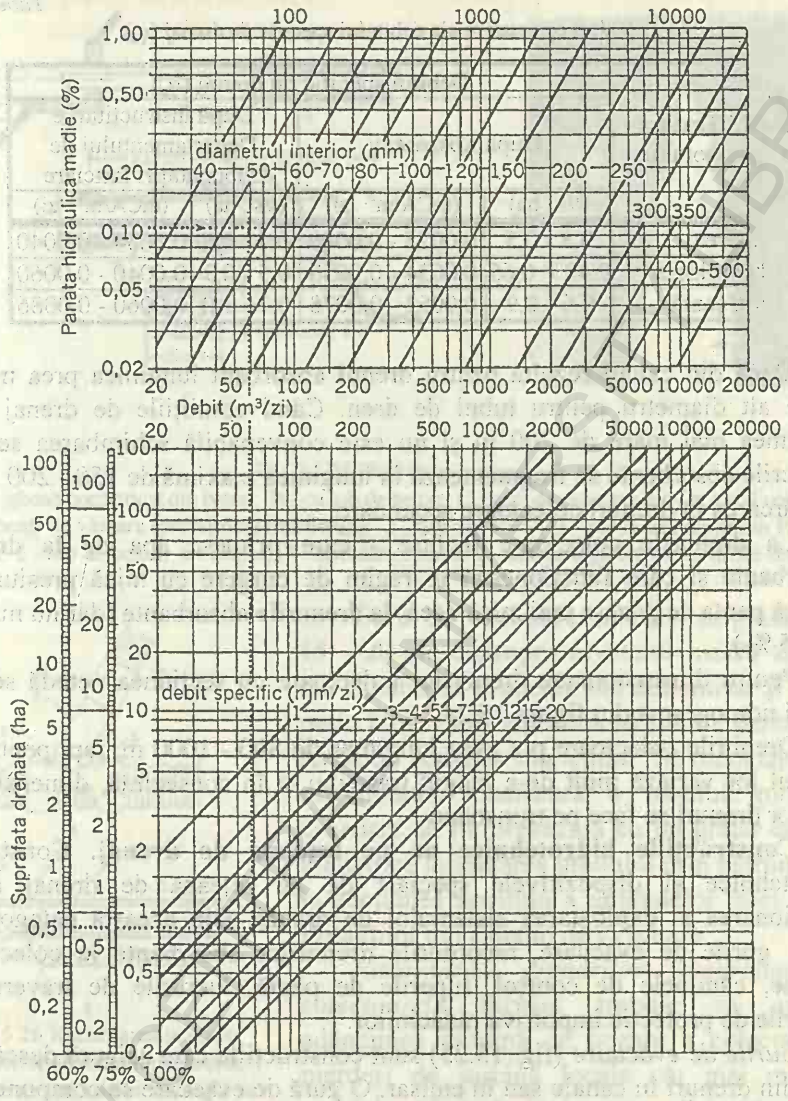


Fig. 15.24 Nomograme pentru determinarea capacității de transport a drenurilor colectoare netede, la curgere sub mică presiune (după *Wesseling*)

Lungimea drenului absorbant (B) se stabilește punând condiția ca $Q_e = Q_c$ și având în vedere să rezulte o valoare convenabilă sub aspect tehnico-economic (în general, $150 < B < 200$ m):

$$B = \frac{Q_e}{q_d \cdot L} \tag{15.16}$$

Tabelul 15.16

Valori orientative ale debitului specific de drenaj (q_d)

Textura solului	Debitul specific de drenaj (q_d)			
	După *Kosteakov*		După instrucțiunile Departamentului de îmbunătățiri funciare	
	(l/s· ha)	(mCA/m²· zi)	(l/s· ha)	(mCA/m²· zi)
Grea	0,3 - 0,5	0,0025 - 0,0040	0,4 - 0,5	0,0034 - 0,0040
Mijlocie	0,40 - 0,65	0,0034 - 0,0056	0,5 - 0,7	0,0040 - 0,0060
Ușoară	0,6 - 0,9	0,0052 - 0,0078	0,7 - 1,0	0,0060 - 0,0086

Dacă din calcul rezultă pentru drenul absorbant lungimea prea mare, se alege alt diametru pentru tubul de dren. Când condițiile de drenaj impun lungimea mai mare de 200 m și nu este convenabilă schimbarea secțiunii, drenurile absorbante se fragmentează în lungimea maximă de 150 - 200 m, prin descărcarea în drenuri colectoare secundare.

La drenurile colectoare închise - care primesc apa de la drenurile absorbante și care funcționează în regim de curgere cu mică presiune - se adoptă panta de pozare mai mică decât la drenurile absorbante (dar nu mai mică de 0,5 ‰).

Pentru dimensionarea drenurilor colectoare cu secțiunea netedă se poate folosi nomograma din figura 15.24.

Drenurile colectoare pot avea lungimea de 800 - 1000 m, fapt pentru care debitul lor variază mult de-a lungul traseului și în consecință, dimensionarea acestor drenuri se face pe tronsoane.

Construcțiile hidrotehnice de pe rețeaua de drenaj. Construcțiile hidrotehnice și dispozitivele speciale de pe rețeaua de drenaj asigură funcționarea și exploatarea sistemului de drenaj. Din această categorie fac parte: gurile de evacuare, racordurile drenurilor absorbante la colectoarele închise, căminele de control, ruperile de pantă, lucrările de traversare și lucrările de protecție împotriva rădăcinilor.

Gurile de evacuare (fig. 15.25) sunt construcțiile care asigură descărcarea apei din drenuri în canale sau în emisar. O gură de evacuare se compune dintr-un tub (obișnuit din PVC) cu lungimea de 4 - 6 m care, la o extremitate se racordează cu drenul - prin intermediul unei piese din material plastic - iar la celălalt capăt se solidarizează cu un jgheab prefabricat din beton, ce se fixează în peretele înclinat al canalului sau în malul albiei emisarului. În lipsa jgheabului din beton, tubul se fixează în taluzul canalului prin umplutură din beton sau prin zidărie de piatră cu mortar de ciment sau poate rămâne chiar neconsolidat suplimentar. În locul tubului din material plastic pot fi folosite tuburi de beton sau de fontă, cu lungimea de 1,0 - 1,5 m.

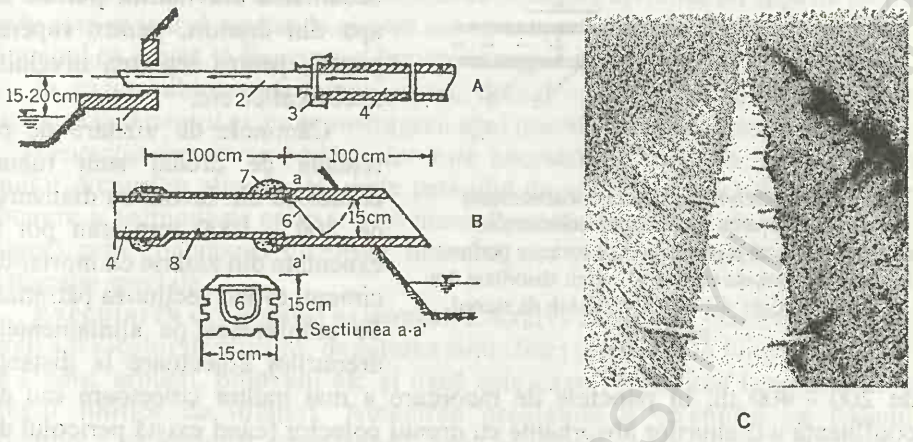


Fig. 15.25 Guri de evacuare
A - cu jgheab prefabricat din beton; B - cu tub de beton; C - guri de evacuare într-un canal colector
1 - jgheab de vărsare (prefabricat din beton); 2 - tub din PVC; 3 - piesa de racord din PVC; 4 - dren; 5 - tub de beton; 6 - clapet; 7 - îmbinare etanşă; 8 - tub de legătură cu mufă din ceramică

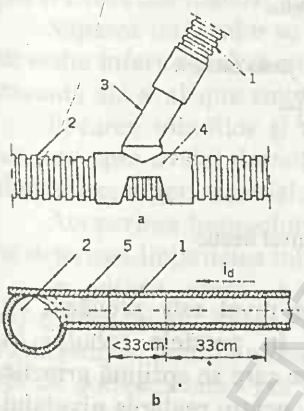


Fig. 15.26 Racordarea laterală a drenurilor absorbante la drenul colector a - racordarea în unghi la drenurile din plastic; b - racordarea drenurilor din ceramică; 1 - dren absorbant; 2 - colector; 3 - piesă de racord; 4 - manşetă racord; 5 - tub prelucrat pentru racord

Gura de evacuare trebuie amplasată la 15 - 20 cm deasupra nivelului mediu al apei din canalul de evacuare sau din emisar şi la cel puţin 80 cm sub suprafaţa terenului, pentru a fi ferită de acţiunea îngheţului. Se recomandă ca extremitatea exterioară a tubului gurii de evacuare să fie prevăzută cu un grătar care să împiedice înfundarea drenului prin pătrunderea în secţiunea acestuia a animalelor mici sau a flotanţilor din canalul de evacuare.

Racordarea drenurilor absorbante la colectoarele închise trebuie să asigure adâncimea minimă de pozare a colectorului, pierderi de sarcină locale cât mai mici şi pericol redus de colmatare. Racordarea se poate face în poziţie laterală (fig. 15.26) sau cu cot, pe generatoarea superioară a colectorului (fig. 15.27), folosindu-se în cele mai multe cazuri fitinguri din material plastic.

Căminele de drenaj (fig. 15.28). Se mai numesc *cămine de vizitare* sau *cămine de control*. Se construiesc pentru a asigura posibilitatea verificării funcţionării reţelei de drenuri şi a depistării eventualelor defecţiuni, pentru

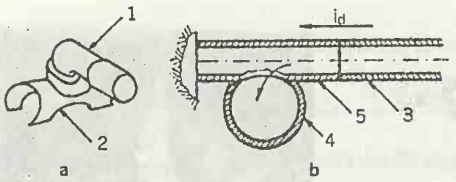


Fig. 15.27 Racordarea drenurilor absorbante pe generatoarea superioară a colectorului
a - cot şi manşctă elastică; b - tub ceramic perforat: 1 - cot; 2 - manşetă racord; 3 - dren absorbant din tuburi ceramice; 4 - colector; 5 - tub de racord, perforat

decantarea aluviunilor purtate de apa din drenuri, pentru ruperea pantei, pentru reglarea nivelului apei freatice etc.

Căminele de vizitare de pe reţeaua de drenaj sunt tuburi cilindrice din beton, cu diametrul de 800 - 1000 mm, sau pot fi executate din zidărie cu mortar de ciment, având secţiunea pătratică. Se amplasează pe aliniamentele drenurilor colectoare la distanţa de 200 - 400 m, în punctele de racordare a mai multor colectoare sau de confluenţă a drenurilor absorbante cu drenul colector (când există pericolul de colmatare cu oxizi de fier), la schimbările pronunţate de pantă sau de direcţie.

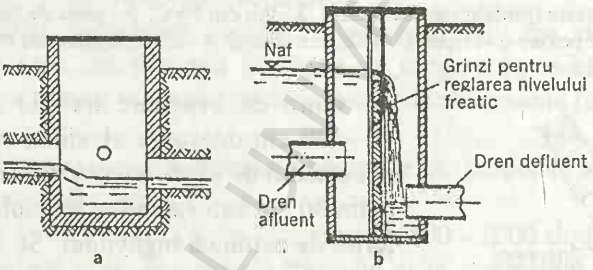


Fig. 15.28 Cămine de drenaj
a - cămin de control; b - cămin regulator de nivel freatic

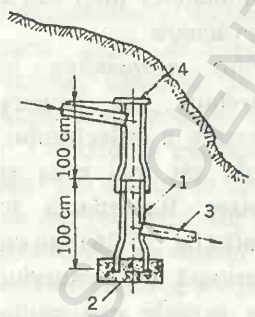


Fig. 15.29 Rupere de pantă din tuburi 1 - tub cu mufă; 2 - radier din beton; 3 dren aval; 4 - capac

Căminul regulator de nivel este prevăzut cu ghidaje metalice, fixate în peretele tubului în poziţie diametral opusă, pe care se sprijină grinzile sau vanetele din scândură, pentru reglarea nivelului freatic în bieful amonte.

Pentru protecţie, căminele de vizitare sunt acoperite cu capace din dale de beton.

Ruperile de pantă (fig. 15.29) echipează drenurile atunci când căminele de control nu sunt suficiente pentru micşorarea pantei în lungul drenului. Pot fi realizate din tuburi de beton, azbociment sau din PVC.

Lucrările de traversare sunt necesare când traseele drenurilor intersectează drumuri sau canale.

BCU "Ion Ghica" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

La subtraversarea unui drum se aşează deasupra drenului un strat de piatră peste care se toarnă mortar de ciment sau se acoperă drenul cu mortar ori argilă, în scopul ca acesta să fie protejat împotriva trepidaţiilor generate de vehicule.

În cazul subtraversării unui canal, drenul se izolează pe tronsonul de subtraversare pentru evitarea sustragerii apei prin infiltraţie din canal.

Protecţia împotriva rădăcinilor este necesară pe anumite tronsoane ale liniilor drenurilor absorbante, unde pericolul de pătrundere a rădăcinilor şi de obturare a secţiunii de curgere este mare. Protecţia în sectoarele periclitate se asigură prin cimentarea rosturilor drenului sau prin înfăşurarea drenului cu manşoane speciale.

Executarea drenajului orizontal. Lucrarea începe cu materializarea pe teren a traseelor drenurilor, degajarea suprafeţei terenului în lungul traseelor de cioate, arbuşti, bolovani etc şi dacă este cazul, netezirea terenului de-a lungul liniilor de drenuri. Netezirea prealabilă a terenului pe traseul drenului - cu ajutorul screperului - este necesară deoarece utilajul pentru săparea tranşeei - săpătorul de şanţuri - nu poate asigura, de regulă, pentru fundul şanţului panta continuă, el urmărind microrelieful terenului pe traseul de lucru.

După realizarea acestor operaţii, se sapă tranşeea, se amplasează (pozează) drenul şi materialul filtrant şi apoi se acoperă şanţul cu pământ. Aceste lucrări pot fi executate manual, mecanizat şi/sau combinat.

Săparea tranşeelor se începe de la colectoarele de ordin superior spre cele de ordin inferior şi drenurile absorbante. Pentru fiecare dren, săparea tranşeei se execută din aval spre amonte.

Pozarea tuburilor şi a materialului filtrant în tranşee se face din partea amonte spre avalul drenului, pentru a se preveni înfundarea drenului chiar în timpul execuţiei; materialul filtrant se aşează concomitent cu pozarea drenului.

Acoperirea tranşeelor cu pământ trebuie executată cu atenţie, pentru a nu se deteriora liniaritatea tuburilor şi a nu se obtura secţiunea drenului.

În ultima vreme s-a dezvoltat considerabil executarea mecanizată a drenajului închis. Peste 90 % din fazele procesului tehnologic de execuţie se realizează în prezent mecanizat. S-au fabricat utilaje care - în funcţie de gradul lor de complexitate - pot executa una sau mai multe din următoarele operaţii: săparea tranşeei, pozarea tuburilor, aşezarea materialului filtrant şi astuparea şanţului. Unele maşini de drenaj sunt prevăzute şi cu dispozitive speciale (cu laser sau electronice) care asigură controlul şi reglarea adâncimii săpăturii în vederea realizării uniformităţii pantei de execuţie.

Drenurile absorbante pot fi executate şi prin metoda pozării fără tranşee, metodă care asigură o productivitate foarte ridicată dar, poate fi aplicată doar pe terenurile cu permeabilitatea mijlocie-mare. Pentru a îmbunătăţi accesul apei în tubul de dren, fanta lăsată în sol de maşina de drenaj poate fi umplută cu material granular (balast, nisip grosier etc). Umplerea fantei cu material granular (continuă sau discontinuă) se face cu ajutorul unui jgheab montat în spatele tobei de pozare a tuburilor de dren.

Realizarea unui drenaj de calitate impune ca lucrările să se realizeze (mecanizat sau manual) în afara perioadelor umede ale anului. La noi în țară, perioada de lucru cea mai favorabilă corespunde intervalului de timp dintre lunile iulie și noiembrie. Se apreciază că avantajele tehnice și economice ale executării drenajului într-o perioadă optimă de lucru depășesc valoarea producției agricole dintr-un an, și de aceea, renunțarea la cultivarea pământului în a doua jumătate a sezonului de vegetație în favoarea executării unui drenaj de bună calitate este justificată.

Captarea izvoarelor de coastă. Izvoarele sunt apariții la suprafață a apei subterane. Izvoarele situate în luncile sau pe terasele superioare ale râurilor sunt izvoare ascendente iar cele care se evidențiază pe fețele versantelor, izvoare descendente, de deversare sau izvoare de coastă (fig. 15.30).

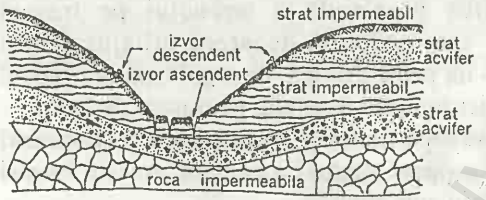


Fig. 15.30 Izvoare ascendente și descendente

Izvoarele descendente se manifestă pe terenurile agricole în pantă prin zone limitate, cu exces de umiditate care determină dificultăți în executarea corespunzătoare a lucrărilor solului și stânjenesc dezvoltarea normală a plantelor cultivate. Pe de altă parte, umezirea suprafețelor de contact dintre straturile argiloase și volumele de pământ care li se suprapun, transformă masele, inițial rigide, în masive labile care pot aluneca pe fețele argiloase înmuiate.

Înlăturarea excesului de umiditate, determinat pe versante de apariția la zi a pânzei freatice, se realizează cu ajutorul drenajului de interceptie.

Pentru dimensionarea lucrărilor de eliminare a excesului de umiditate din solurile de pe versante, trebuie cunoscute sau determinate:

- ✓ limitele zonei cu exces de umiditate;
- ✓ depărtarea zonei cu exces de umiditate față de camera de captare, debușeele sau colectoarele naturale în care să se descarce apa captată, pentru a fi evacuată în emisar;
- ✓ caracteristicile texturale ale solului și permeabilitatea acestuia până la stratul greu permeabil;
- ✓ adâncimea stratului cu permeabilitatea redusă;
- ✓ adâncimea și grosimea stratului acvifer în amonte de limita superioară a zonei supraumezite.

Dacă izvorul apare pe fața versantului dispersat pe o suprafață mare, este necesară o rețea de drenuri absorbante și colectoare care să intercepteze și să conducă apa spre camera de captare (fig. 15.31). Din figura 15.31 rezultă că prima linie de drenuri absorbante trebuie amplasată în amonte de zona

supraumezită în aşa fel încât curenţii subterani de apă să intercepteze prismul filtrant al drenului.

Stabilirea poziţiei primei linii de dren implică efectuarea câtorva sondaje, în amonte de limita superioară a suprafeţei umezite, pentru a se determina adâncimea (h_1) a părţii superioare a acviferului. Se alege poziţia sondajului la care $h_1 = 40 \div 50$ cm.

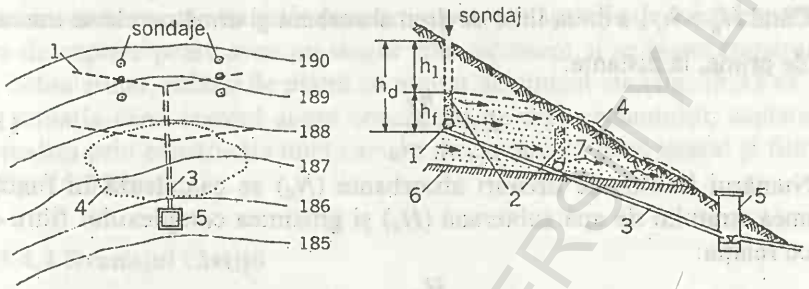


Fig. 15.31 Schemă de captare a unui izvor de coastă dispersat
1 - dren absorbant; 2 - prismul filtrant; 3 - dren colector; 4 - limita suprafeţei cu exces de umiditate; 5 - camera de captare; 6 - strat greu permeabil; 7 - curenţi de apă subterană; h_d - adâncimea tranşeei de drenaj; h_f - grosimea complexului dren+filtru.

Sub această adâncime, urmează să se aşeze în tranşeea drenului care trece prin punctul în care se găseşte sondajul ales, drenul şi materialul filtrant.

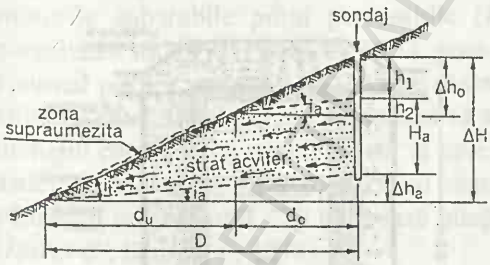


Fig. 15.32 Schemă pentru determinarea pantei şi grosimii curentului de apă subteran

În funcţie de panta medie a terenului (i_t) din cuprinsul suprafeţei supraumezite, depărtarea (d_o) a sondajului, pe linia de cea mai mare pantă, de la limita amonte a suprafeţei umezite şi de adâncimea (h_1) - şi admiţând paralelismul curenţilor apei subterane - se determină panta aproximativă (i_a) a acviferului (fig. 15.32).

$$i_a = \frac{i_t \cdot d_o - h_1}{d_o} = i_t - \frac{h_1}{d_o} \quad (15.17)$$

Grosimea stratului de apă subterană (H_a) care generează izvorul de coastă se poate estima, conform figurii 15.32, cu relaţia:

$$H_a = \Delta H - \Delta h_a - h_1 = D \cdot i_t - D \cdot i_a - d_o \cdot i_t - do \cdot i_a =$$
$$= (i_t - i_a)(D - d_o) = d_u (i_t - i_a) \quad (15.18)$$

Adâncime tranşeei de drenaj (h_d), din figura 15.31, este:

BCU IAŞI - CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

$$h_d = h_1 + h_f \tag{15.19}$$

în care:

h_f reprezintă grosimea complexului filtru+dren.

Dacă $H_a \leq h_f$, este suficientă o singură linie de dren absorbant, la depărtarea (d_o) în amonte de limita superioară a suprafeței supraumezite, adică în dreptul sondajului pentru care s-a ales valoarea (h_1).

Când $H_a > h_f$, a doua linie de dren absorbant şi următoarele se trasează, în aval de prima, la distanța:

$$L = \frac{h_f}{i_t - i_a} \tag{15.20}$$

Numărul liniilor de drenuri absorbante (N_d) se calculează în funcție de grosimea stratului de apă subterană (H_a) şi grosimea complexului filtru+dren (h_f), cu relația:

$$N_d = \frac{H_a}{h_f} \tag{15.21}$$

Drenurile absorbante, executate din fascine sau din piatră, se trasează cu panta de $0{,}002 \div 0{,}005$, având lungimea de cel mult $180 \div 200$ m. În funcție de situația din teren, distanța între drenuri poate fi până la $30 \div 50$ m.

Când drenurile absorbante se execută din tuburi de PVC, grosimea stratului filtrant trebuie să fie de $40 \div 80$ cm.

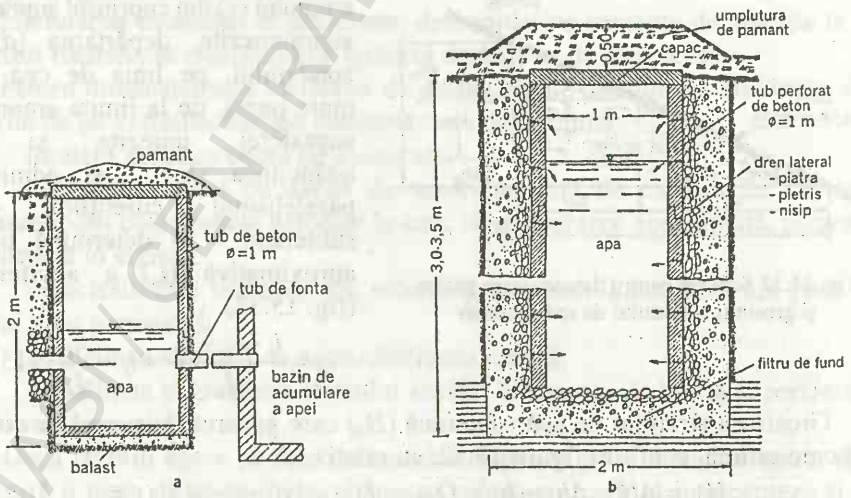


Fig. 15.33 Camere de captare
a - simplă, din beton; b - simplă, cu dren lateral şi filtru de fund

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Drenul colector (v. fig. 15.31), care primeşte apa de la drenurile absorbante, se amplasează, de regulă, pe linia de cea mai mare pantă. Dacă lungimea drenului colector este mai mare de 50 - 70 m, se amplasează la distanţa de 30 - 70 (în funcţie de pantă) câte un cămin de vizită. Când lungimea drenului colector nu depăşeşte 50 - 70 m, la extremitatea aval a acestuia se execută camera de captare a izvorului (fig. 15.33) sau drenul se descarcă într-un canal de coastă înclinat, debuşeu, rezervor special amenajat ori direct în emisar.

La izvoarele cu apa limpede precum şi pentru captările de mică importanţă camera de captare poate avea un singur compartiment şi se poate construi din beton, beton armat, zidărie de piatră cu mortar de ciment etc (fig. 15.33 a).

În situaţia când izvorul apare concentrat pe faţa versantului, captarea se poate realiza prin construcţia unei camere de captare cu dren lateral şi filtru de fund (fig. 15.33 b).

15.4.4 Drenajul cârtiţă

Drenajul cârtiţă realizează eliminarea excesului de apă din profilul solului prin galerii cu diametrul de 7 - 10 cm, executate la 0,4 - 0,8 m sub suprafaţa terenului. După poziţia în plan vertical a elementelor de regularizare, drenajul cârtiţă este asemănător drenajului orizontal.

Drenajul cârtiţă este oportun şi eficace pe terenurile cu soluri grele, care au conţinutul de argilă de minimum 40 % şi cel de nisip de cel mult 20 %. Reglarea regimului hidric al solului prin drenaj cârtiţă implică terenuri cu straturile subarabile puţin permeabile ($K < 3 \cdot 10^{-4}$ cm/s), slab aerate, cu porozitatea totală mai mică de 45 %, porozitatea de aeraţie sub 10 - 15 % şi cu volumul porilor mai mari de 0,3 mm diametru, reprezentând cel mult 20 % din volumul total al solului. Se estimează că se pot realiza cu succes galerii pentru drenajul cârtiţă dacă stratul de sol în care acestea urmează a fi executate are o astfel de alcătuire încât o sferă cu diametrul de 5 - 7 cm - modelată din pământul acestui strat - îşi păstrează integritatea în apă timp de 12 - 24 de ore (*Haret C., Stanciu I.*, 1978).

După *Mihnea I* (1973), în România poate fi amenajată prin drenaj cârtiţă o suprafaţă de aproximativ 2,6 milioane hectare.

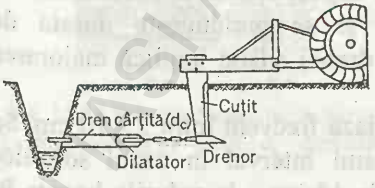


Fig. 15.34 Schema dispozitivului pentru executarea galeriilor de drenaj cârtiţă

Galeriile de drenaj cârtiţă se realizează folosind un dispozitiv special (fig. 15.34), alcătuit dintr-un cadru metalic care face legătura cu tractorul şi un cuţit aşezat vertical, cu tăişul înainte, având la partea inferioară o piesă ascuţită, numită drenor. La *drenor* se ataşează - prin intermediul unui lanţ

scurt - *dilatatorul* (alcătuit din una sau mai multe piese metalice tronconice), care are rolul să consolideze şi să netezească pereţii galeriei deschise de drenor.

Dispozitivul de drenaj cârtiţă este tractat, de regulă, de un tractor puternic. De asemenea, dispozitivul se poate monta la plugul pentru arătură normală (fig. 15.35) şi ca urmare, galeriile de drenaj se pot deschide concomitent cu executarea arăturii.

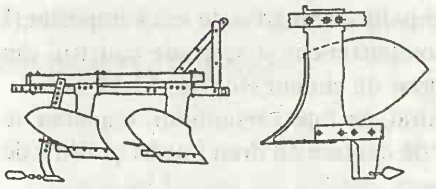


Fig. 15.35 Dispozitiv de drenaj cârtiţă ataşat la plugul pentru arătură normală

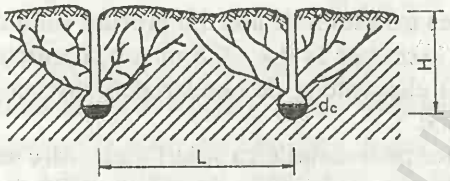


Fig. 15.36 Schema de principiu a modificărilor fizico-mecanice produse în sol prin executarea drenajului cârtiţă

Când dispozitivul de drenaj cârtiţă este pus în funcţiune, piesele active ale acestuia (cuţitul vertical, drenorul şi dilatatorul) realizează în masa solului o tăietură verticală îngustă (2 - 2,5 cm), un gol cilindric (ϕ = *7 - 10* cm) - care constituie galeria drenului cârtiţă - şi o mulţime de fisuri (fig. 15.36) care sporesc permeabilitatea solului.

Elementele tehnice care trebuie considerate la proiectarea şi executarea drenajului cârtiţă sunt: panta, adâncimea, diametrul şi lungimea galeriilor precum şi distanţa dintre ele.

Panta în lungul galeriei de dren cârtiţă se adoptă în limitele 0,5 - 5,0 % şi se recomandă să fie constantă pe toată lungimea drenului. De aceea, este necesar ca înaintea executării drenajului, cu cel puţin 1 - 2 ani, să se realizeze netezirea terenului pe direcţia viitoarelor galerii de drenaj.

S-a dovedit că la valori mici ale pantei, galeriile reţin apa timp îndelungat, pereţii acestora se înmoaie şi se surpă; în cazul pantei mari, viteza de circulaţie a apei provoacă degradarea galeriilor prin eroziune. Ca urmare, panta optimă a galeriilor de drenaj cârtiţă se cuprinde în intervalul 1 - 2 %.

Adâncimea de executare a galeriilor este, obişnuit, de 0,5 - 0,6 m; adâncimea mai mare este mai favorabilă sub aspect tehnic întrucât astfel se protejează mai bine integritatea galeriilor şi se prelungeşte durata de funcţionare a drenajului dar, realizarea unui drenaj adânc implică majorarea progresivă a investiţiei de amenajare.

Diametrul galeriilor de drenaj cârtiţă variază frecvent între 7 - 10 cm. Se adoptă diametrul la limita inferioară a acestui interval în cazul solurilor minerale şi diametru mai mare - chiar până la 15 cm - la solurile bogate în materie organică.

Lungimea drenului cârtiță poate varia între 30 - 200 m, acest parametru fiind în strânsă dependență de mărimea și forma suprafeței de drenat, panta galeriilor, poziția drenului colector, natura solului etc. Astfel, dacă panta este mare, lungimea galeriei nu trebuie să depășească 100 - 150 m; la panta de 1 - 2 % lungimea drenului poate fi de 150 - 200 m iar pentru panta mai mică de 1 % galeriile drenajului nu trebuie să fie mai lungi de 75 m. Se menționează că drenurile lungi se strică și ies din funcție mai repede decât drenurile scurte.

Distanța între drenuri se alege în funcție de însușirile solului și de uniformitatea terenului care se drenează. Se recomandă ca distanța între galerii să fie de 2 - 3 m dar, se poate adopta și distanța de 3 - 5 m dacă terenul are panta convenabilă și este bine modelat.

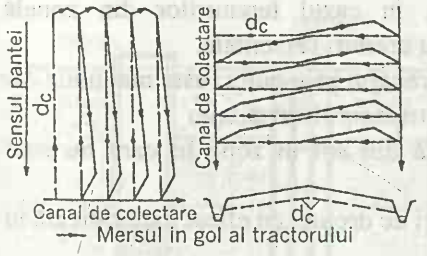


Fig. 15.37 Schema de execuție a drenajului cârtiță cu descărcarea apei din galerii în canale colectoare

Drenajul cârtiță poate fi astfel executat încât galeriile să evacueze excesul de apă direct în canalele colectoare deschise (fig. 15.37), caz în care gurile de descărcare ale galeriilor trebuie consolidate cu tuburi din material plastic, având lungimea de 1,5 m, din care 1 m în pământ.

Drenajul cârtiță se mai poate realiza și în combinație cu drenajul prin tuburi, caz în care, galeriile drenajului cârtiță se execută perpendicular pe traseele drenurilor absorbante alcătuite din tuburi, obținându-se așa-numitul *drenaj încrucișat* (fig. 15.38). În această situație, drenurile absorbante ale drenajului cu tuburi îndeplinesc și funcția de drenuri colectoare pentru apa evacuată de galeriile drenajului cârtiță. Legătura hidraulică între galeriile cârtiță și drenurile din tuburi se face prin intermediul materialului filtrant. De aceea, adâncimea de executare a galeriilor și grosimea stratului filtrant la drenurile din tuburi trebuie astfel alese încât galeriile drenajului cârtiță să intersecteze materialul filtrant, prin care să cedeze apa drenurilor tubulare (v. fig. 15.38).

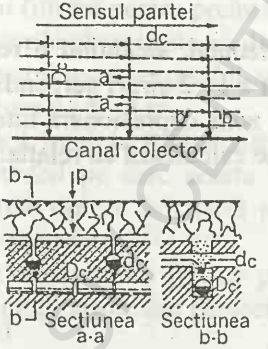


Fig. 15.38 Schema drenajului încrucișat
D_c - dren colector din tuburi; d_c - dren cârtiță

Cele mai potrivite perioade pentru executarea drenajului cârtiță sunt vara și începutul toamnei. Executarea drenajului cârtiță de calitate cere ca solul - la adâncimea de executare a

galeriilor - să fie umed (pentru formarea galeriilor cu pereţii stabili) iar la suprafaţă, să fie suficient de uscat pentru ca tractorul să poată lucra fără a produce tasări importante.

După realizarea drenurilor cârtiţă, terenul se discuieşte sau se ară superficial pe direcţia perpendiculară faţă de galerii, pentru a închide la suprafaţă tăieturile create de cuţitul vertical şi a preîntâmpina pătrunderea apei cu pământ în secţiunea drenurilor cârtiţă.

15.4.5 Drenajul vertical

Drenajul vertical sau prin puţuri permite evacuarea apei în exces de la suprafaţă şi coborârea nivelului freatic, în cazul terenurilor din zonele depresionare, greu de drenat prin canale sau drenuri orizontale.

Spre deosebire de drenajul orizontal, drenajul prin puţuri este mai nou.

Folosirea drenajului vertical prezintă următoarele avantaje:

- ✓ asigură eliminarea excesului de apă din sol în zone în care nu sunt aplicabile alte soluţii de drenaj;
- ✓ permite realizarea unei adâncimi mari de drenaj, cu eficacitate ridicată în combaterea salinizării solului;
- ✓ apa drenată poate fi folosită pentru irigaţii;
- ✓ se pretează la automatizare.

Dintre dezavantaje, cele mai importante sunt:

- ✓ construcţia dificilă şi costisitoare a puţurilor;
- ✓ consumul mare de energie la exploatarea puţurilor cu pompare;
- ✓ favorizarea poluării apei freatice de către puţurile absorbante, cu unele substanţe chimice folosite în agricultură.

Puţurile de drenaj pot fi dispuse în plan orizontal, alcătuind o reţea pe suprafaţa de drenat sau pot fi amplasate sub forma a 1 - 2 şiruri perpendiculare pe direcţia curentului subteran care afluează spre zona depresionară interesată la desecare. În primul caz, numărul puţurilor (N) se calculează cu relaţia:

$$N = \frac{S}{\pi \cdot R^2} \qquad (15.22)$$

iar în al doilea caz, cu relaţia:

$$N = \frac{L}{2 \cdot R} \qquad (15.23)$$

în care:

S este suprafaţa drenabilă, în m^2;

R - raza de influenţă a puţului, în m;

L - lungimea liniei de afluenţă a apei freatice, în m.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Densitatea puțurilor trebuie astfel stabilită încât intersectarea zonelor de influență asupra nivelului freatic să asigure realizarea normei de drenaj (Z) impusă de cerințele agropedologice.

Dacă stratul cu exces de apă din profilul solului se sprijină pe un strat greu permeabil, sub care se găsește un depozit acvifer liber (în care apa nu se află sub presiune), format din nisip și pietriș, drenajul vertical se realizează prin puțuri absorbante care captează apa în exces de deasupra stratului greu permeabil și o descarcă gravitațional în stratul acvifer permanent.

În cazul când pânza freatică - al cărui nivel trebuie coborât - se găsește sub presiune, fiind cantonată într-un strat acvifer gros, alimentat din subsol, evacuarea excesului de apă se face prin puțuri cu pompare.

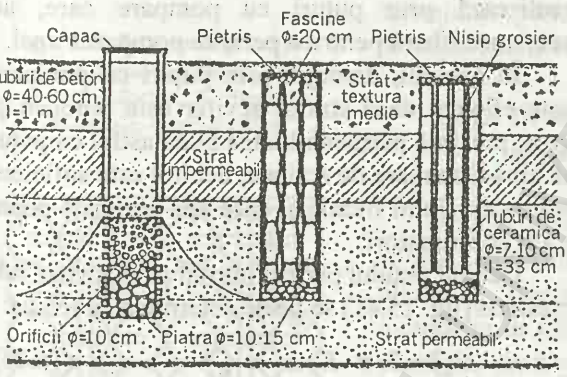


Fig. 15.39 Puțuri absorbante

Puțurile absorbante pot fi foraje mari, cu diametrul de 40 - 60 cm (fig. 15.39), sau foraje mici, cu diametrul de 15 - 30 cm.

Forajele cu diametrul de 40 - 60 cm se folosesc atunci când stratul greu permeabil are grosimea mai mică de 1 - 2 m.

Puțul se umple cu piatră spartă, fascine sau tuburi de ceramică peste care se așează un grătar și material filtrant pentru preîntâmpinarea colmatării puțului.

Puțurile absorbante cu diametrul mic sunt tuburi perforate care se folosesc când stratul greu permeabil are grosimea mai mare de 2 - 4 m și este situat la adâncimea de 5 - 8 m.

Dacă forajele străbat întreaga adâncime a stratului acvifer, până la stratul impermeabil pe care acesta se sprijină, se numesc *puțuri perfecte* iar dacă acestea se opresc în stratul permeabil - fără a-l străbate complet- se numesc *puțuri imperfecte*.

Debitul puțului (Q) se poate calcula după metoda *Dupuit*. De exemplu, pentru puțul absorbant perfect, cu pereții permeabili (fig. 15.40):

$$Q = \frac{\pi \cdot K (h_w^2 - h_e^2)}{ln\frac{R}{r}} = \frac{\pi \cdot K \cdot h_o (h_o - 2 \cdot h_e)}{ln\frac{R}{r}} \qquad (15.24)$$

în care, semnificația simbolurilor este cea din figura 15.40.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Raza de influenţă a puţului (R) se poate determina experimental, prin calcul cu relaţii empirice - de exemplu, după *Sichardt*, $R = 3000(h_w - h_e)\sqrt{K}$ - sau se apreciază pe baza datelor practice, luând pentru nisipuri mijlocii R = 250 - 300 m şi pentru nisipuri mari R = 700 - 1000 m (*Mateescu Cr.*, 1961).

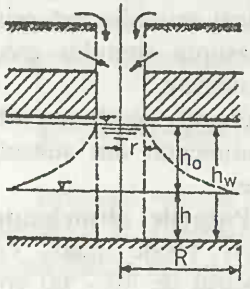


Fig. 15.40 Schemă pentru calculul debitului puţului absorbant perfect

Folosirea puţurilor absorbante este relativ limitată deoarece prezintă dezavantajul colmatării stratului acvifer permanent în jurul fundului puţului şi poluării apei freatice cu substanţele chimice folosite în agricultură.

Când apa din stratul acvifer se găseşte sub presiune, eliminarea excesului de apă se realizează prin puţuri cu pompare care, au secţiunea liberă pentru a permite pomparea apei.

În general, drenajul prin puţuri cu pompare este eficient dacă stratul acvifer este omogen şi gros, prezintă permeabilitatea bună astfel ca puţul să aibă raza mare de acţiune, debitul este suficient de mare pentru a asigura coborârea nivelului freatic şi dacă apa pompată poate fi folosită la irigaţii sau pentru alţi consumatori.

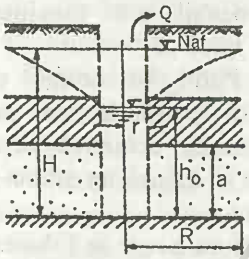


Fig. 15.41 Schemă pentru calculul debitului puţului perfect într-un strat acvifer sub presiune

Debitul puţului perfect într-un strat acvifer sub presiune (fig. 15.41) se poate determina cu relaţia:

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot K \cdot a \frac{H - h_o}{ln\frac{R}{r}} \qquad (15.25)$$

în care, semnificaţia simbolurilor este cea din figura 15.41.

15.4.6 Drenajul radial

Drenajul radial reprezintă o combinaţie între drenajul orizontal şi cel vertical, fiind alcătuit în principiu, dintr-un puţ colector şi mai multe drenuri absorbante cvasiorizontale, dispuse radial şi cu lungimea de 30 - 40 m (fig. 15.42).

Acest tip de drenaj este potrivit în cazul straturilor acvifere de mică adâncime - dar cu întinderea mare - indiferent dacă apa freatică este sub presiune sau cu nivel liber.

Suprafaţa mare de pătrundere a apei în drenurile absorbante determină pe de o parte, viteză mică de intrare şi deci pericol redus de colmatare iar pe de altă parte, asigură pentru drenul colector un debit sporit.

Drenajul radial implică unele dificultăţi de realizare şi un cost relativ ridicat.

BCU "I. C. CENTRAL UNIVERSITARA LIBRARY

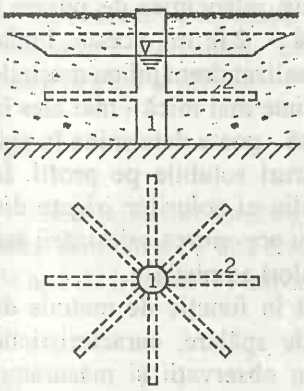


Fig. 15.42 Schema de principiu a drenajului radial
1 - puţ colector; 2 - drenuri orizontale, dispuse radial

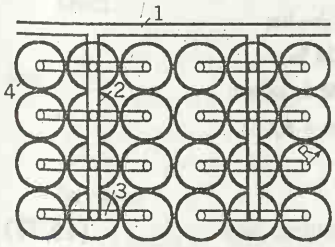


Fig. 15.43 Schema drenajului punctiform
1 - dren de transport sau canal colector; 2 - drenuri colectoare; 3 - tuburi de racord; 4 - puţuri filtrante; R - raza de acţiune a unui puţ filtrant

15.4.7 Drenajul punctiform

A fost propus de *Bâra C.* (1980) şi constă dintr-o reţea rectangulară (L = 20 m) de puţuri filtrante cu Ø = 200 mm care se racordează cu drenuri colectoare orizontale, prin intermediul unor tuburi de racord, având Ø = 30 mm. Drenurile colectoare se descarcă în drenuri de transport cu Ø = 100 - 200 mm sau în canale colectoare (fig. 15.43).

Se consideră că efectul drenant al drenajului punctiform este inferior faţă de drenajul clasic (*Cazacu E.* şi colab., 1965).

15.4.8 Drenajul subteran pe terenurile irigate

Irigaţia modifică bilanţul apei în sol şi subsol, contribuind nemijlocit la creşterea nivelului freatic deoarece, la majoritatea metodelor de udare folosite până în prezent, se pierd în profunzime cantităţi importante de apă care pot alimenta stratul freatic într-o măsură mai mare decât descărcarea acestuia prin drenajul natural.

Creşterea nivelului apei freatice - uneori peste adâncimea critică de salinizare şi/sau înmlăştinare - are loc pe terenurile irigate cu intensitate diferită, în funcţie de însuşirile solului şi subsolului, condiţiile hidrogeologice, metoda de udare, randamentul sistemului de irigaţii etc. Se cunoaşte că viteza de creştere a nivelului apei freatice este de până la 0,5 - 0,6 m/an, în cazul sistemelor de irigaţii cu randamentul mare şi de 0,7 - 1,5 m/an pentru sistemele cu randamentul de 0,3 - 0,4. În sistemele de irigaţii din ţara noastră s-a constatat ridicarea nivelului freatic cu valori de la 0,1 - 0,2 mm/an până la valori de 1 m/an şi chiar mai mult.

Prevenirea efectelor nefavorabile cauzate de ridicarea nivelului apei freatice peste adâncimea critică impune, în majoritatea cazurilor, folosirea drenajului şi pe terenurile irigate.

BCU "I.G. CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pentru condiţiile terenurilor irigate din România, adâncimea de pozare a drenurilor se recomandă să fie de cel mult 1,8 - 2,0 m, aceste limite corespunzând şi cu adâncimea maximă posibilă de realizat drenajul cu maşinile de drenaj obişnuite. Amplasarea drenurilor la adâncime mai mică - mai ales în cazul solurilor lutoase şi argiloase din zona secetoasă - poate determina în anii cu precipitaţii puţine, creşterea conţinutului de săruri solubile pe profil. În consecinţă, trebuie urmărită dinamica regimului salin al solurilor irigate din zona secetoasă şi aplicarea udărilor de spălare pentru prevenirea salinizării sau pentru reducerea conţinutului de săruri solubile la valori admisibile.

Debitul specific de drenaj se diferenţiază mult în funcţie de metoda de udare, norma de irigare, însuşirile solului, raţia de spălare, caracteristicile precipitaţiilor etc. Dacă nu se dispune de date din observaţii şi măsurători directe în zona unde urmează a se amenaja drenajul, se poate folosi pentru calculul debitului specific de drenaj, relaţia:

$$q_d = \frac{(P + R_s)m_b}{864 \cdot T} \tag{15.26}$$

în care:

q_d reprezintă debitul specific de drenaj, în l/s· ha;
P - pierderile de apă în sistemul de irigaţii, în %;
R_s - raţia de spălare, în % faţă de norma brută de udare;
m_b - norma de udare brută, în mmCA; $m_b = m + R_s$;
T - timpul de revenire, în zile.

$$R_s = \frac{C_{si}}{C_{sd} - C_{si}} \cdot m \tag{15.27}$$

în care:

R_s este raţia de spălare, în mmCA;
C_{si} - concentraţia în săruri solubile a apei de irigaţie, în g/l;
C_{sd} - concentraţia în săruri solubile a apei drenate, în g/l;
m - norma de udare pentru compensarea valorii evapotranspiraţiei, în mmCA.

Debitul specific de drenaj se poate estima şi pe baza bilanţului apei în terenurile irigate şi drenate. Ecuaţia generală a bilanţului anual al apei pe terenurile irigate şi drenate este:

$$P + I = ET + E + D \tag{15.28}$$

în care:

P reprezintă precipitaţiile medii multianuale, în m^3/ha;
I - apa introdusă anual în sistem pentru irigaţi, în m^3/ha;
ET - evapotranspiraţia, în m^3/ha;
E - evaporaţia la suprafaţa apei, în m^3/ha;.
D - volumul de apă evacuată prin drenaj, m^3/ha.

BCUIASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Deoarece evaporația la suprafața oglinzii apei este foarte mică în comparație cu valorile celorlalți termeni ai relației (15.28), termenul (E) se poate neglija și atunci:

$$P + I = ET + D \tag{15.29}$$

sau

$$D = P + I - ET \tag{15.30}$$

Randamentul total (η_t) al unui sistem de irigații se exprimă prin raportul între cantitatea de apă consumată prin evapotranspirație (ET) și volumul total de apă de irigație (I) introdusă în sistem, adică:

$$\eta_t = \frac{ET}{I} \tag{15.31}$$

iar

$$ET = I \cdot \eta_t \tag{15.32}$$

Pe de altă parte, randamentul sistemului reprezintă produsul dintre randamentul transportului apei pe canale de la sursă la terenul de irigat (η_c) și randamentul aplicării udărilor (η_u).

Deci:

$$\eta_t = \eta_c \cdot \eta_u \tag{15.33}$$

sau

$$\eta_t = \eta_c \frac{ET}{I_u} \tag{15.34}$$

în care:

I_u este cantitatea de apă distribuită în perioada de vegetație prin rețeaua canalelor de distribuție, în m^3/ha;

Înlocuind (ET) din relația (15.32) în relația (15.30) rezultă:

$$D = P + I(1 - \eta_t) \tag{15.35}$$

Întrucât în canalele de aducțiune, pierderile de apă prin infiltrație sunt diferite de cele care se produc în câmpul irigat, se poate determina volumul de apă drenată, diferențiat pentru zonele din vecinătatea canalelor și pentru câmpul irigat. Astfel, pentru zonele limitrofe canalelor de aducțiune:

$$D = P + I(1 - \eta_c) \tag{15.36}$$

Deoarece pentru suprafața de teren din vecinătatea canalelor precipitațiile anuale (P) reprezintă o valoare foarte mică în raport cu (I), se poate considera:

$$D = I(1 - \eta_c) \tag{15.37}$$

Pentru câmpurile irigate:

$$D = P + \eta_c \cdot I(1 - \eta_u) \tag{15.38}$$

Valorile lui (D), calculate cu relațiile (15.35, 15.37 și 15.38), se transformă în debit specific de drenaj:

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$q_d = \frac{D}{31356} \qquad (15.39)$$

în care:

q_d este debitul specific de drenaj, în l/s· ha;

D - volumul de apă care se drenează într-un an de pe suprafaţa de 1 ha, în m^3;

Debitul specific de drenaj calculat astfel, reprezintă o valoare medie anuală. Pentru a se asigura drenajul eficace în perioadele cu aport mare de apă din sezonul de vegetaţie (ploi abundente, norme de udare mari) trebuie să se stabilească debitul specific de drenaj şi luând în considerare numai sezonul de vegetaţie sau chiar numai unele intervale mai scurte de timp din acesta.

Proiectarea drenajului subteran pe suprafeţele irigate trebuie făcută concomitent cu proiectarea sistemului de irigaţie, chiar dacă drenajul se execută după o perioadă de funcţionare a amenajării de irigaţii şi proiectul iniţial suferă unele modificări.

În ce priveşte poziţia elementelor de drenaj în raport cu elementele sistemului de irigaţii, se face precizarea că în amenajările de irigaţii din zonele secetoase, acestea trebuie amplasate separat, pentru a se asigura în sol preponderenţa curentului de apă descendent şi a se evita salinizarea.

Dacă amenajarea pentru irigaţii se află într-o zonă mai bogată în precipitaţii (peste 600 mm anual), sistemul hidroameliorativ se poate compune din elemente de regularizare comune, folosindu-se drenurile absorbante, atât pentru drenaj cât şi pentru udare (subirigare).

15.5 Evacuarea apei din reţeaua de desecare - drenaj

Evacuarea apei din reţeaua de desecare - drenaj în emisar se poate realiza pe cale gravitaţională (continuu sau intermitent), mecanică (prin pompare) şi mixt.

Evacuarea gravitaţională continuă este posibilă dacă nivelul apei în emisar rămâne permanent inferior nivelului apei din canalul de evacuare. Pentru preluarea corespunzătoare de către emisar a apei din canalul de evacuare sunt necesare, de cele mai multe ori, unele amenajări şi lucrări de construcţii hidrotehnice, cum sunt:

- ✓ consolidarea secţiunii canalului de evacuare, dacă diferenţa de nivel între cota fundului canalului de evacuare şi nivelul apei din emisar depăşeşte 0,5 m;
- ✓ stăvilar pentru reţinerea apei în reţeaua de desecare şi pentru oprirea pătrunderii apei din emisar;
- ✓ sifon sau conductă stăvilar, dacă emisarul este îndiguit.

Evacuarea gravitaţională intermitentă se adoptă atunci când pentru scurte intervale de timp (maximum 5 zile) nivelul apei în emisar este superior

BCU "A. CONSTANTINESCU" LIBRARY

celui din canalul de evacuare. În aceste intervale, apa colectată se reţine în reţeaua de evacuare. Dacă evacuarea gravitaţională se realizează intermitent sunt necesare diguri de remuu, amplasate în lungul canalului de evacuare şi conducte de trecere prin dig, prevăzute cu vane de închidere automată sau comandată.

Evacuarea pe cale mecanică se impune dacă nivelul apei în emisar este superior celui din canalul de evacuare. Se folosesc, după caz, o singură treaptă de pompare a apei sau se amenajează pompări zonale. În scopul micşorării volumului de apă ce trebuie pompat din canalul de evacuare, se studiază posibilitatea descărcării gravitaţionale a canalelor de centură direct în emisar precum şi executarea de bazine de acumulare pentru reţinerea apei de viitură care se scurge din zonele limitrofe, bazine din care apa acumulată se descarcă treptat, după trecerea viiturii.

Evacuarea mixtă (pe cale mecanică şi gravitaţională) este soluţia convenabilă atunci când nivelul apei emisarului este inferior celui al apei din canalul de evacuare cel puţin 30 de zile din an şi când volumul de apă de evacuat este mare.

În cazul cursurilor permanente de apă aflate la distanţă mare, evacuarea apei din sistemul de desecare-drenaj se face în vechi privaluri, bălţi, lacuri etc sau se execută amenajări cu folosinţă multiplă.

15.5.1 Scheme hidrotehnice pentru evacuarea apei

Schemele hidrotehnice pentru evacuarea apei pot fi numai pentru desecare sau pot avea funcţii complexe, pentru îmbunătăţiri funciare şi gospodărirea apelor. Cele mai frecvente scheme hidrotehnice pentru evacuarea apei din sistemele de desecare-drenaj sunt prezentate în cele ce urmează.

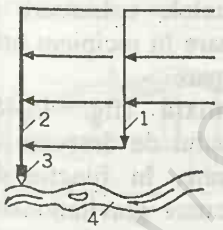


Fig. 15.44 Schemă hidrotehnică gravitaţională
1 - canale colectoare;
2 - canal de evacuare;
3 - construcţie hidrotehnică de evacuare; 4 - emisar

Schema hidrotehnică gravitaţională (fig. 15.44) reprezintă soluţia tehnică pentru suprafeţele plan-orizontale dar cu cote ce domină emisarul, situat la distanţă mare. Zonele favorabile acestui tip de schemă hidrotehnică sunt luncile bazinelor superioare ale râurilor şi terasele limitrofe recipientelor.

Schema hidrotehnică gravitaţională cu reţea hidrografică dezvoltată (fig. 15.45) este caracteristică pentru zonele naturale cu densitatea mare a reţelei hidrografice. În acest caz, funcţia canalelor de evacuare este preluată de recipient astfel că, investiţia specifică de amenajare este foarte redusă iar suprafaţa de teren scoasă din circuitul agricol este mică.

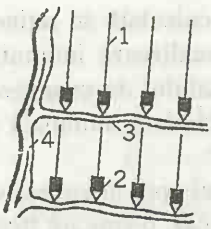


Fig. 15.45 Schemă hidrotehnică gravitațională cu rețea hidrografică dezvoltată
1 - canale de desecare; 2 - construcții de evacuare în recipient; 3 - recipient (curs natural de apă); 4 - râu

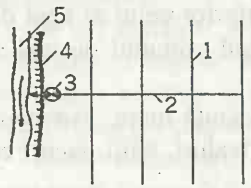


Fig. 15.46 Schemă hidrotehnică cu o singură treaptă de pompare a apei
1 - canale colectoare; 2 - canal de transport-evacuare; 3 - stație de pompare pentru evacuare; 4 - dig; 5 - receptor

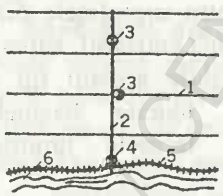


Fig. 15.47 Schemă hidrotehnică cu pompări zonale
1 - canale colectoare; 2 - canal de evacuare; 3 - stații de pompare zonale; 4 - stație de pompare în recipient; 5 - dig; 6 - recipient

Schema hidrotehnică cu o singură treaptă de pompare a apei (fig. 15.46) constă în colectarea și transportul gravitațional al apei în rețeaua de canale și descărcarea acesteia în receptor prin intermediul unei stații de pompare.

Este necesar ca stația de pompare să refuleze apa la o cotă superioară nivelului de scurgere în emisar iar amplasamentul punctului de descărcare să aibă stabilitate și să nu impună lucrări costisitoare pentru consolidarea racordului între canalul de evacuare și albia râului. Schema din figura 15.46 se pretează în cazul terenurilor plane, ușor înclinate, din vecinătatea unui recipient care, prin caracteristicile sale hidrologice, nu permite evacuarea gravitațională a apei provenită din desecare. Stația de pompare funcționează automatizat, în funcție de nivelul apei în bazinul de aspirație.

Schema hidrotehnică cu pompări zonale este potrivită atunci când microrelieful terenului desecat prezintă depresiuni locale sau terase în trepte, panta terenului este foarte mică și recipientul se află la mare distanță de limita sistemului de desecare precum și când în perimetrul sistemului sunt suprafețe amenajate cu drenaj subteran, de la care apa nu se poate evacua gravitațional în canalele de colectare-evacuare (fig. 15.47).

Soluția acestei scheme constă în prelevarea apei prin pompări zonale din canalele colectoare și pomparea din canalul de evacuare în recipient prin una sau mai multe stații de pompare.

Schema hidrotehnică mixtă (fig. 15.48) presupune fragmentarea sistemului de desecare în subsisteme cu evacuări separate, în funcție de condițiile concrete locale (evacuare gravitațională, evacuare prin pompare sau evacuare alternativă pompare - gravitațională).

Schema hidrotehnică pentru desecare și irigații. Poate fi aplicată pe terenurile din luncile râurilor interioare și din Lunca Dunării, cu apa freatică la mică adâncime (1 - 3 m), în zonele unde - în sezonul

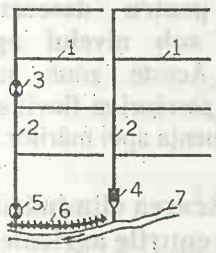


Fig. 15.48 Schemă hidrotehnică mixtă 1 - canale colectoare; 2 - canale de evacuare; 3 - staţie de pompare zonală; 4 construcţie hidrotehnică de evacuare gravitaţională în recipient; 5 - staţie de pompare pentru evacuare; 6 - dig; 7 - recipient

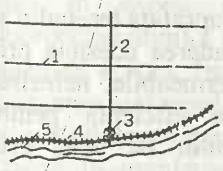


Fig. 15.49 Schemă hidrotehnică pentru desecare şi irigaţie 1, 2- canale pentru desecare şi irigaţii; 3 - staţie de pompare reversibilă; 4 - dig; 5 - recipient pentru desecare şi sursă de apă pentru desecare

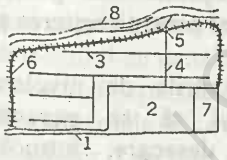


Fig. 15.50 Schemă hidrotehnică pentru desecare cu polder 1 - curs de apă; 2 - polder; 3 - canale de desecare; 4 - canal cu funcţii multiple; 5 - staţie de pompare reversibilă, 6 - dig; 7 - pepinieră piscicolă; 8 - recipient

de vegetaţie - excesul de umiditate alternează cu perioade de uscăciune. Schema prezintă importante avantaje tehnice şi economice, între care cele mai importante constau în reducerea investiţiei specifice (aceleaşi canale servesc şi pentru desecare şi pentru irigaţie, canalele nu se impermeabilizează, se micşorează numărul de construcţii hidrotehnice şi staţii de pompare etc) şi în realizarea unui drenaj mai eficace în afara perioadelor de irigaţii, deoarece canalele sunt, de regulă, mai adânci.

Schema hidrotehnică pentru desecare cu polder (fig. 15.50) constă dintr-o reţea de desecare şi un polder* care protejează terenurile limitrofe împotriva inundaţiilor, constituie un rezervor pentru apa, provenită din viituri sau desecări, în care se practică piscicultura şi care reprezintă sursa pentru eventuale irigaţii.

Schema cu polder este potrivită pe terenurile din luncile râurilor şi Dunării, în zonele cu terenuri plan-orizontale sau cu panta mică, unde albia minoră este colmatată şi favorizează revărsări frecvente în luncă iar emisarul nu permite evacuarea gravitaţională a apei decât în anumite perioade ale anului.

Schema hidrotehnică pentru desecare cu acumulare (fig. 15.51) este potrivită pentru luncile râurilor cu caracter torenţial, pentru sistemele de desecare protejate în amonte de acumulări cu rol principal de regularizare a debitului.

Debitul cursului de apă care trece prin evacuatoarele barajului acumulării se reglează la valori care să permită evacuarea gravitaţională a apei de desecare în recipient, într-o proporţie cât mai mare.

---

* 1. Suprafaţă de teren recuperată de sub apele unei mări, unui lac, unei mlaştini etc prin lucrări de îndiguire şi desecare. Cele mai vechi şi întinse poldere sunt cele din Olanda. 2. Acumulare nepermanentă, realizată prin diguri, în albia majoră a unui curs de apă, în scopul atenuării vârfului unei viituri.

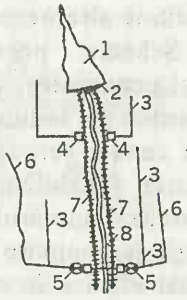


Fig. 15.51 Schemă hidrotehnică pentru desecare cu acumulare 1 - acumulare; 2 - baraj; 3 - canale de desecare; 4 - construcție hidrotehnică pentru evacuarea gravitațională a apei în recipient; 5 - stație de pompare pentru evacuare și construcție hidrotehnică de evacuare gravitațională; 6 - canale de coastă; 7 - dig; 8 - recipient

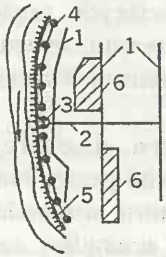


Fig. 15.52 Schemă hidrotehnică pentru desecarea zonelor situate permanent sub nivelul apei recipientelor 1 - canale de desecare; 2 - canal de evacuare; 3 - stație de pompare pentru evacuare; 4 - drenaj vertical; 5 - dig; 6 - suprafețe cu drenaj orizontal

Schema hidrotehnică pentru desecarea zonelor situate permanent sub nivelul apei recipientelor (fig. 15.52). Aceste zone sunt limitrofe marilor acumulări de pe râuri și fluvii sau pot fi incinte scoase de sub influența apei mărilor.

15.6 Lucrări pentru accelerarea eliminării excesului de apă de pe terenurile agricole

Pentru accelerarea îndepărtării excesului de apă de pe terenurile amenajate cu rețele de desecare-drenaj se execută lucrări de netezire (nivelare), de modelare a suprafeței terenului și lucrări de afânare adâncă a solului.

15.6.1 Netezirea (nivelarea) terenului pentru scurgerea apei la suprafață

Deoarece mișcarea apei la suprafața terenului se produce mai lesne decât pătrunderea acesteia prin profilul solurilor grele, slab permeabile, netezirea terenului constituie o lucrare eficientă pentru accelerarea îndepărtării excesului de apă. Prin netezirea (nivelarea) terenurilor amenajate cu rețea de desecare (fig. 15.53) se desființează micro-depresiunile în care stagnează apa și se realizează panta uniformă spre canalele de desecare, ușurându-se considerabil scurgerea apei la suprafața terenului. În felul acesta, primăvara și după ploile mari, excesul de apă din sol se manifestă pe intervale mai scurte de timp, creându-se condiții optime atât pentru executarea lucrărilor solului cât și pentru creșterea și dezvoltarea plantelor.

Este recomandabil ca lucrările de nivelare capitală să se proiecteze și să se execute concomitent cu rețeaua de desecare, întrucât nivelarea depinde de traseul și adâncimea canalelor.

Valoarea pantei de netezire (nivelare) se adoptă în limitele 1 - 5 ‰.

Perioada optimă pentru executarea lucrării este când umiditatea solului se situează în jumătatea inferioară a intervalului umidității active (pentru a preveni tasarea excesivă) și când terenul este liber de culturile agricole.

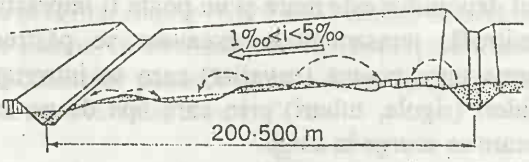


Fig. 15.53 Netezirea (nivelarea) terenurilor desecate

Dacă nivelarea implică volume mici de pământ, care urmează a fi deplasate pe distanță mare, se recomandă folosirea screperelor acționate de tractoare pe pneuri sau autoscreperele pe pneuri iar pentru volume mari de terasamente și distanță scurtă, buldozerele sau screperele cu tractoare pe șenile.

Nivelarea capitală se întreține anual sau bienal prin nivelări de exploatare care se execută cu nivelatoarele tractate.

15.6.2 Modelarea suprafeței terenului

Modelarea terenului, ca lucrare specială pentru accelerarea îndepărtării apei în exces, se realizează, fie prin desființarea sau micșorarea microdepresiunilor (privaluri, japșe*, crovuri, padine) și anularea condițiilor de stagnare a apei, fie prin crearea unui microrelief specific care să favorizeze scurgerea mai rapidă a apei.

Modelarea depresiunilor și deponiilor. Modelarea privalurilor și japșelor constă în umplerea lor cu pământul rezultat din teșirea malurilor acestor depresiuni, realizându-se taluzuri de 1/6 - 1/10, care să poată fi traversate de mașinile agricole. Trebuie avută în vedere decaparea prealabilă a stratului de sol fertil, depozitarea separată a acestuia și apoi împrăștierea - cât mai uniformă - pe întreaga suprafață modelată. În funcție de întinderea depresiunii, se execută și o rigolă sau un canal care să ducă apa spre cel mai apropiat canal de desecare.

Depresiunile închise (crovurile, padinele) se modelează folosind, de regulă, terasamentele rezultate de la excavarea canalelor precum și cele provenite din executarea rigolelor sau a vadurilor, care asigură legătura acestor depresiuni cu canalele de desecare, pentru evacuarea apelor stagnante.

Când depresiunile închise lipsesc sau sunt situate la distanță mare (> 1000 m), terasamentele excavate la construcția rețelei de desecare se depun de-a lungul canalelor. Ulterior, aceste deponii trebuie modelate, prin împrăștiere în straturi de 10 - 20 cm grosime, realizând o suprafață ușor înclinată spre canale. Firește, împrăștierea deponiilor se face după decopertarea și depozitarea separată a orizontului cu humus de pe suprafața de împrăștiere. Peste stratul de deponii împrăștiate se reașează solul fertil depozitat anterior.

---

* Depresiuni de mică adâncime din Lunca și Delta Dunării, acoperite de apă în timpul revărsărilor. În general, în japșe se dezvoltă o vegetație hidrofilă abundentă.

Dacă volumul deponiilor este mare şi nu poate fi împrăştiat în strat subţire pe suprafaţa limitrofă, terasamentele excavate se păstrează de-a lungul canalelor sub forma unor coame (cavalier) care se întrerup din loc în loc, executând deschideri (rigole, tuburi) prin care apa de pe suprafaţa aferentă canalului de desecare se scurge în canal.

O metodă mai eficace de scurgere în canale a apei de pe suprafaţa limitrofă acestora şi mai economică în ce priveşte împrăştierea deponiilor a fost propusă de *Barbu* şi *Mihnea* (1984). Metoda constă în modelarea deponiilor de-a lungul canalelor sub forma unor platforme cu lăţimea de 11,20 m (distanţă echivalentă cu dublul lăţimii de lucru a semănătorii SPC-6), acoperirea platformelor cu un strat de sol fertil - având grosimea de circa 30 cm - şi executarea unor rigole marginale platformelor de deponii, paralele cu canalul de desecare. Rigolele îşi descarcă apa în canal, la distanţa de aproximativ 200 m, prin intermediul unor tuburi din material plastic (de exemplu: PVC Ø=160 mm) care subtraversează platforma la adâncimea de 1,0 - 1,5 m. În felul acesta, platforma poate fi exploatată agricol, independent de tarlaua vecină, lucrările agrotehnice executându-se longitudinal.

Legătura între rigolă şi tubul care subtraversează platforma se face cu ajutorul unui vas (butoi din PVC) care se umple cu balast. La circa 15 cm sub fundul rigolei se aşează în butoi o folie de drenatex peste care se depune, în continuare, balast până la nivelul fundului rigolei. Tubul se racordează la butoi, decupând în peretele acestuia din urmă o suprafaţă circulară, având diametrul egal cu diametrul exterior al tubului. La cealaltă extremitate, legătura tubului cu canalul se realizează întocmai ca la o gură de evacuare. Folia de drenatex se curăţă periodic de aluviuni şi se montează la loc.

Avantajele metodei constau în asigurarea evacuării totale a apei care stagnează în vecinătatea deponiilor, independenţa faţă de grosimea de pământ steril din platforma deponiilor, reintegrarea imediată în circuitul productiv cu cheltuieli mici a suprafeţei ocupate de deponii şi posibilitatea irigării prin brazde a platformelor create prin amenajarea deponiilor.

Modelarea terenurilor plan-orizontale. Pe terenurile cvasiorizontale, cu soluri slab permeabile, din zonele în care se produc în sezonul de vegetaţie precipitaţii abundente la intervale scurte de timp, modelarea constă, principial, în realizarea unor planuri înclinate care să favorizeze scurgerea mai rapidă a apei de suprafaţă spre reţeaua de canale.

Există mai multe variante de modelare, între care, cele mai importante sunt: modelarea în benzi cu coame şi modelarea cu rigole largi, însămânţate. Indiferent de tipul de modelare, înainte cu 1 - 2 ani de realizarea lucrării, suprafaţa interesată se netezeşte, se controlează şi se menţine în această stare până la efectuarea modelării.

Modelarea în benzi cu coame (fig. 15.54) constă în executarea prin arătură la cormană a unor coame, în alternanță cu rigole perpendiculare pe canalele de desecare. Lățimea coamelor poate fi de 15 - 40 m, lungimea de 200 - 500 m iar panta, în secțiunea transversală, între 1 - 3 %.

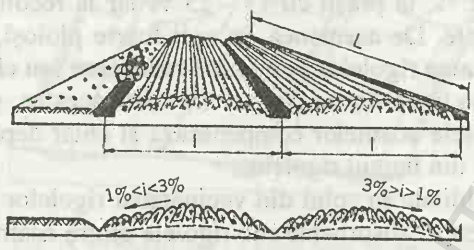


Fig. 15.54 Modelarea terenului în benzi cu coame

Apa în exces de la suprafața terenului şi din partea superioară a profilului de sol se scurge în rigolele dintre coame şi în continuare, din rigole se descarcă în rețeaua de colectare.

Panta în lungul rigolei este egală cu panta medie a terenului, având, în general, valori de 1 - 5 ‰.

Între extremitatea aval a rigolelor de scurgere şi canalul colector, se rezervă o fâşie de teren pentru întoarcerea agregatelor agricole. Obişnuit, această zonă de întoarcere se modelează tot sub forma unei coame, orientată paralel cu canalul colector. Pentru scurgerea apei din rigole în canalul colector, se deschid în coama paralelă cu acesta, din loc în loc, şanțuri cu taluzurile mici (1/8 - 1/10).

Tehnologia modelării în benzi cu coame (fig. 15.55) implică mai multe arături la cormană, care se execută în decursul a 2 ani, după cum urmează:

- ✓ în primul an se execută 3 arături, din care: prima pe 1/3 din lățimea viitoarei coame, a doua pe 2/3 din lățime şi a treia pe întreaga lățime a coamei;
- ✓ în al doilea an se execută 2 arături la cormană, prima cuprinzând 2/3 din lățimea coamei şi a doua, întreaga coamă.

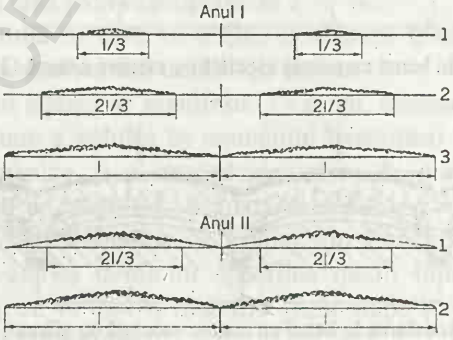


Fig. 15.55 Tehnologia de formare a coamelor prin arături la cormană

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Coama paralelă cu canalul colector se formează tot prin arătură la cormană.

Modelarea terenului în benzi cu coame are dezavantajul că reduce productivitatea lucrărilor agricole executate mecanizat. După *Haret* şi *Stanciu* (1978), timpul de lucru creşte la arat cu 25 %, la discuit cu 28 - 40 %, la semănat cu 12 - 72 %, la prăşit cu 13 - 23 % iar la recoltat cu 35 % faţă de terenurile nemodelate. De asemenea, în anii foarte ploioşi, excesul de apă în secţiunea şi vecinătatea rigolelor determină reducerea sau chiar compromiterea recoltei pe fâşiile de teren dintre coame. Cu toate acestea, sporul de producţie obţinută pe suprafeţele coamelor compensează şi chiar depăşeşte pierderea de recoltă de pe fâşiile din lungul rigolelor.

Excesul de umiditate în solul din vecinătatea rigolelor poate fi evitat prin amplasarea unor drenuri absorbante sub rigolele dintre coame (fig. 15.56).

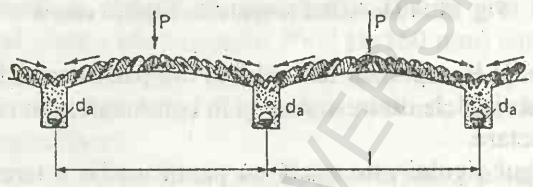


Fig. 15.56 Modelarea în benzi cu coame şi drenuri sub rigole

În zonele subumede şi în cele umede numai în anii cu regimul pluvial deficitar, pentru menţinerea în sol a umidităţii optime creşterii şi dezvoltării plantelor, se recomandă ca modelarea în benzi cu coame să se asocieze cu afânarea adâncă a solului şi drenaj din tuburi sub rigole (fig. 15.57), sau afânare adâncă, drenaj cârtiţă transversal şi drenaj tubular sub rigole (fig. 15.58).

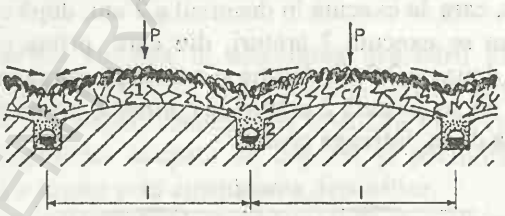


Fig. 15.57 Modelarea în benzi cu coame asociată cu afânare adâncă (1) şi drenaj tubular (2)

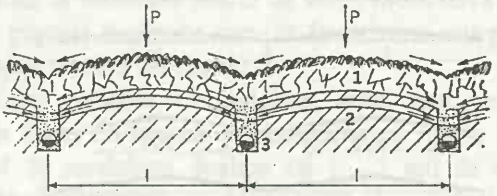


Fig. 15.58 Modelarea în benzi cu coame asociată cu afânare adâncă (1), drenaj cârtiţă (2) şi drenaj tubular (3)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Modelarea cu rigole largi, însămânțate, constă în realizarea unor planuri înclinate, care cuprind între ele rigole cu deschiderea mare (fig. 15.59), astfel încât să poată fi traversate cu ușurință de utilajele agricole.

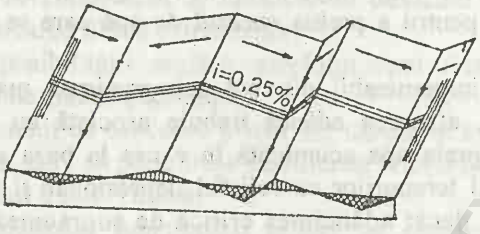


Fig. 15.59 Modelarea cu rigole largi, însămânțate

Pentru evitarea decopertărilor adânci și mișcarea volumelor mari de pământ, acest tip de modelare nu se recomandă pe terenurile cu panta medie mai mică de 0,5 ‰.

15.6.3 Afânarea adâncă

Lucrarea de afânare adâncă se execută pe terenurile cu soluri argiloase, compacte, slab aerate ($P_a < 10\ 15$ %), greu permeabile ($K < 0,2 - 0,4$ m/zi) și are rolul de a ușura înlăturarea excesului de umiditate de la suprafața terenului și din partea superioară a profilului de sol, determinând în spațiul afânat un regim aerohidric favorabil creșterii și dezvoltării plantelor.

Afânarea adâncă a solului se realizează cu mașini specifice. Solul se afânează la adâncimea de 60 - 80 cm, distanța între piesele active ale agregatelor fiind de 0,7 - 1,0 m. Direcția de lucru pentru afânare se orientează pe linia de cea mai mare pantă pe terenurile puțin înclinate ($i < 2 - 5$ %) și oblic față de traseele curbelor de nivel, dacă panta este mai mare, în așa fel încât liniile de afânare să aibă panta apropiată de 2 - 5 %.

Umiditatea optimă la care se obține o afânare bună este cea situată în treimea superioară a intervalului umidității active.

Efectele afânării adânci se manifestă 3 - 6 ani, remanența fiind dependentă de starea de umiditate a solului în momentul executării lucrării, de aplicarea îngrășămintelor organice și a amendamentelor, de numărul de treceri ale agregatelor agricole pe suprafața afânată etc. *Bălăceanu Cornelia* (1998) a constatat că în cazul variantelor de drenaj din Lunca Prutului, asociate cu afânarea adâncă, valorile debitelor specifice medii lunare se reduc treptat, ajungând după 3 ani cu 49 - 64 % mai mici încât, după aceste intervale de timp, afânarea adâncă trebuie refăcută.

BCU "GHEORGHE ASACHI" UNIVERSITY LIBRARY

Prin afânarea adâncă a solului se obţin rezultate bune dacă stratul greu permeabil are grosimea mică şi se află până la 0,5 - 0,7 m sub suprafaţa terenului, astfel încât să poată fi mobilizat pe toată grosimea. Totodată, este necesar ca la baza stratului impermeabil să se găsească un strat nesaturat şi relativ permeabil, pentru a prelua excesul de apă care se scurge prin stratul afânat.

Dacă stratul impermeabil din sol are grosimea mare şi nu poate fi mobilizat integral, afânarea adâncă trebuie asociată cu o reţea de drenaj subteran care, să preia apa acumulată în exces la baza stratului afânat. De asemenea, în cazul terenurilor cu relieful depresionar şi cu adâncimea apei freatice mai mică decât adâncimea critică de supraumezire freatică (circa 1,2 m), afânarea adâncă aplicată exclusiv, nu contribuie la îndepărtarea excesului de umiditate din sol, mai ales în anii ploioşi. Şi în asemenea condiţii, afânarea adâncă trebuie asociată cu un sistem de drenaj, având drenurile pozate la 1,0 - 1,2 m adâncime şi 30 - 80 m distanţă între ele. Pentru a mări eficacitatea drenajului, stratul filtrant (de preferinţă balast) trebuie să cuprindă şi aproximativ jumătate din grosimea solului afânat.

15.7 Exploatarea şi întreţinerea lucrărilor de desecare - drenaj

Exploatarea şi întreţinerea unui sistem de desecare - drenaj se realizează pe baza regulamentului de exploatare şi întreţinere al amenajării, elaborat de proiectant şi pus la dispoziţia beneficiarilor odată cu recepţia lucrărilor.

Regulamentul de exploatare şi întreţinere cuprinde precizările referitoare la schema hidrotehnică de amenajare şi la elementele constructive şi funcţionale ale reţelei de desecare - drenaj, în concordanţă cu cerinţele organizării teritoriului şi producţiei agricole pe suprafaţa amenajată. De asemenea, în regulament sunt prevăzute măsurile agroameliorative pentru accelerarea eliminării excesului de apă de la suprafaţa terenului şi din profilul solului (netezirea-nivelarea, modelarea, afânarea adâncă etc), lucrările de apometrie, hidrologie şi hidrogeologie ce trebuie efectuate pe durata funcţionării sistemului, particularităţile exploatării amenajărilor la producerea apelor mari precum şi lucrările de întreţinere.

15.7.1 Exploatarea sistemelor de desecare - drenaj

Întrucât, de cele mai multe ori, perioadele cu exces de umiditate sunt urmate de intervale prelungite de secetă, exploatarea normală a sistemului de desecare - drenaj implică urmărirea riguroasă a bilanţului apei în sol pentru ca, în funcţie de umiditatea momentană, precipitaţiile previzibile şi durata excesului de umiditate admisibilă economic, să se estimeze volumul de apă ce

trebuie evacuat în emisar fără a se elimina şi apa necesară culturilor agricole în intervalele cu deficit pluvial. Pentru controlul bilanţului apei în sol trebuie satisfăcute următoarele cerinţe:

✓ menţinerea nivelului apei în canalele de desecare la cota care să nu stânjenească descărcarea liberă a drenurilor;

✓ asigurarea posibilităţii reglării nivelului apei freatice prin dirijarea funcţionării reţelei de canale şi drenuri;

✓ reglarea ritmului de evacuare a apei din canale în aşa fel încât să nu se producă subpresiuni care să pericliteze stabilitatea taluzurilor, mai ales în cazul terenurilor cu nivelul freatic ridicat;

✓ urmărirea efectului funcţionării reţelei de canale şi drenuri asupra evoluţiei excesului de umiditate, pentru a stabili - dacă este cazul - executarea de lucrări suplimentare de accelerare a evacuării apei (rigole, modelare în benzi cu coame, afânare adâncă, drenaj cârtiţă).

Exploatarea eficace a amenajărilor pentru eliminarea excesului de apă implică şi măsuri pentru protejarea reţelei de canale, drenuri şi construcţii hidrotehnice aferente, împotriva degradării, cum sunt:

✓ delimitarea unor zone de protecţie de 0,5 - 1,0 m lăţime în lungul canalelor, zone a căror integritate trebuie păstrată prin interzicerea accesului maşinilor agricole pe suprafaţa acestora;

✓ menţinerea taluzurilor canalelor în stare bună de înierbare şi neîmburuienate;

✓ traversarea canalelor de către vehicule să se facă numai pe podurile sau podeţele construite în acest scop;

✓ trecerea animalelor peste canale să se asigure prin locurile amenajate ca vaduri de trecere cu taluzuri mici (1/7 - 1/8), pereate cu piatră de râu;

✓ interzicerea depunerii gunoaielor şi a altor deşeuri, inclusiv a apelor uzate nedecantate, în secţiunile şi pe zonele de protecţie ale canalelor;

✓ urmărirea comportării reţelei de desecare şi a construcţiilor hidrotehnice aferente, în perioadele ploioase cu scurgerea mare, pentru stabilirea eventualelor soluţii de modernizare a sistemului;

✓ depistarea şi marcarea sectoarelor de canal care sunt în pericol de a se degrada în perioadele cu exces de umiditate şi stabilirea diferenţiată a intervenţiilor necesare pentru refacerea reţelei;

✓ manevrarea obloanelor stăvilarelor numai de personalul calificat, în strictă concordanţă cu prevederile regulamentului de exploatare;

✓ supravegherea punctelor critice de pe reţeaua de drenaj, în care se pot produce colmatări precum şi pentru asigurarea integrităţii şi funcţionării normale a gurilor de evacuare;

✓ semnalizarea în vederea protejării corpurilor căminelor de control şi asigurarea etanşeităţii capacelor acestora, în scopul prevenirii colmatării căminelor cu pământ sau înfundării cu diverse corpuri străine, care pot obtura secţiunile drenurilor ş. a.

BC UNIVERSITY LIBRARY

15.7.2 Întreținerea rețelei canalelor de desecare

Funcționarea canalelor de desecare la parametrii proiectați, o perioadă cât mai îndelungată este dependentă de calitatea și modul de aplicare a lucrărilor de întreținere.

În categoria lucrărilor de întreținere se disting:

✓ *lucrări de întreținere curentă*, care se aplică o dată sau de mai multe ori pe an (curățirea de buruieni a pereților canalelor, înlăturarea din secțiunea canalelor a aluviunilor și gunoaielor, refacerea taluzurilor, întreținerea construcțiilor hidrotehnice);

✓ *lucrări de întreținere periodică*, aplicabile la 3 - 5 ani (decolmatarea secțiunii canalelor, combaterea radicală a vegetației, repararea construcțiilor hidrotehnice și a consolidărilor);

✓ *lucrări de reparații accidentale*, care se efectuează imediat ce se constată degradări neprevăzute ale canalelor sau ale construcțiilor hidrotehnice aferente;

✓ *lucrări de reparații capitale*, care se execută după mai mulți ani de funcționare a sistemului și constau din lucrări de modernizare, reprofilări de canale, înlocuiri de construcții hidrotehnic etc.

Curățirea vegetației de pe canale se face prin cosiri repetate și prin erbicidare. La canalele mici, cosirea vegetației se face manual iar pe canalele mari se folosesc cositoarea mecanică plutitoare, draga cu lanțuri și draga cu discuri. Combaterea chimică a buruienilor de pe canale se realizează cu ajutorul diferitelor erbicide.

Decolmatarea canalelor se efectuează o dată la 3 - 5 ani, folosind excavatoare, drăgi sau tractoare echipate pentru despotmolire. Materialul aluvionar extras din secțiunea canalului se depune pe mal și după ce s-a uscat, se împrăștie uniform pe suprafața limitrofă sau se folosește pentru umplerea microdepresiunilor.

Consolidarea secțiunii poate fi necesară în zonele în care canalul a fost executat în pământ necoeziv (nisipuri fine, mâluri). În astfel de cazuri, stabilitatea taluzurilor se asigură prin aplicarea de îmbrăcăminte filtrantă care să asigure trecerea apei freatice și concomitent, să preîntâmpine degradarea secțiunii prin fenomenele de alunecare sau sufoziune.

Când consolidările au - mai ales - rolul de protecție a taluzurilor, se pot realiza prin înierbări, peree uscate din piatră, dale din beton nerostuite, gărdulețe, saltele de fascine ș. a. Consolidările mai grele, dar elastice, care trebuie să preîntâmpine deplasarea fundului și taluzurilor canalului, se execută din prefabricate de beton, fascine lestate cu piatră, gabioane sau din piatră de dimensiuni mari.

BCU TIMIȘOARA UNIVERSITY LIBRARY

Pentru construcțiile hidrotehnice de pe rețeaua canalelor, întreținerea cuprinde lucrări de decolmatare a zonei de amplasament, astuparea fisurilor și spărturilor din betoanele acestor lucrări, etanșarea rosturilor la peree și suprafețele dalate, repararea stăvilarelor și a ghidajelor acestora, înlocuirea părților degradate la obloanele din lemn și impregnarea lor cu carbolineum, curățirea și vopsirea părților metalice etc.

15.7.2 Întreținerea rețelei de drenaj subteran

Principalele cauze care determină scoaterea din funcție a drenurilor sunt: distrugerea sau înfundarea gurilor de evacuare, defectarea racordurilor dintre drenurile absorbante și cele colectoare, spargerea, turtirea sau deranjarea tuburilor de dren, colmatarea învelișului filtrant și a secțiunii drenurilor cu aluviunile antrenate de apă, înfundarea rosturilor fantelor orificiilor și chiar a secțiunii prin depunerile de hidroxizi de fier și mangan, colmatarea sau degradarea căminelor de drenaj, alunecarea terenului etc.

Lucrările de întreținere și eventualele investiții pentru remedierea defecțiunilor apărute se stabilesc în urma verificărilor periodice (primăvara și toamna după ploile de lungă durată) efectuate pe traseele rețelei. Se verifică, cu precădere, integritatea și funcționarea gurilor de evacuare, starea căminelor de control și funcționarea drenurilor colectoare care se descarcă și care se alimentează din corpul acestora.

Deteriorările de pe traseele drenurilor se evidențiază prin culoarea mai închisă a suprafeței terenului, zvântarea mai târzie a solului, verdele mai intens sau aspectul clorotic al vegetației, băltirea apei, formarea de microdepresiuni supraumezite și chiar apariția de găuri până la tubul de dren spart.

Înlăturarea degradărilor constatate se face prin următoarele lucrări de întreținere și reparații:

- ✓ refacerea gurilor de evacuare degradate și curățirea celor înfundate;
- ✓ înlocuirea tuburilor sparte sau turtite și refacerea racordurilor între drenurile absorbante și drenul colector;
- ✓ decolmatarea căminelor de vizitare și repararea eventualelor degradări ale acestora;
- ✓ decolmatarea drenurilor.

Gurile de evacuare degradate se înlocuiesc iar cele înfundate se desfundă. Desfundarea tuburilor la gurile de evacuare se face cu ajutorul unei sârme de oțel, cu Ø = 5 - 10 mm care, la extremitatea ce se introduce în tub, se îndoaie sub formă de inel, pentru a nu se agăța în rosturile drenului.

Refacerea gurii de evacuare este necesară și când prin tub nu curge apă sau curge puțină iar în jurul construcției, terenul este supraumezit. Infiltrația

constatată se datorează, fie spargerii tubului, fie deteriorării racordului acestuia cu drenul.

Pentru remediere, se sapă terenul până la locul de origine a infiltrației (tub spart sau ieşit din aliniament), se înlocuieşte tubul sau se reface racordul acestuia cu drenul, se umple săpătura cu pământ zvântat şi se compactează bine.

Remedierea întreruperilor de pe traseele drenurilor şi **refacerea racordurilor degradate** între drenurile absorbante şi cele colectoare constă în identificarea zonei cu defecțiunea, săparea tranşeei, înlocuirea tuburilor sau refacerea racordului şi acoperirea tranşeei - mai întâi cu material filtrant şi apoi cu pământ. Tuburile înlocuitoare se pozează pe un pat permeabil, gros de circa 10 cm, format din balast sau zgură. Se aşează, de asemenea, un strat filtrant de balast şi în jurul tuburilor sau racordului. Materialul filtrant se acoperă apoi cu un strat de pământ zvântat, de 10 - 20 cm grosime. După uscarea pereților tranşeei şi a pământului excavat, se umple groapa până la formarea unei coame cu înălțimea de 15 - 20 cm deasupra cotei terenului limitrof.

Decolmatarea drenurilor. Funcționarea drenajului este însoțită în timp de colmatarea orificiilor şi secțiunilor tuburilor, mai ales în cazul drenurilor absorbante amplasate în pământuri mâloase sau nisipoase slab coezive şi în soluri bogate în fier bivalent. Procesul se datorează atât depunerii aluviunilor fine purtate de apa care circulă cu viteză mică, cât şi procesului de trecere a fierului bivalent în fier trivalent şi formarea de hidroxizi ferici insolubili, care se fixează în orificiile (rosturile) şi pereții tuburilor de drenaj.

Pentru diminuarea pericolului de colmatare a drenurilor, încă din fazele de proiectare şi execuție, elementele tehnice ale drenajului trebuie stabilite în concordanță cu caracteristicile solului şi ale apei freatice. Astfel, în cazul terenurilor mlăştinoase, cu soluri bogate în fier şi mangan, este recomandabilă executarea prealabilă pe traseele viitoarelor drenuri a unor canale provizorii în scopul evacuării apei în exces şi crearea condițiilor pentru efectuarea unor lucrări de afânare, subsolaj sau drenaj cârtiță care - la rândul lor - să favorizeze oxidarea fierului şi manganului. După 2 - 3 ani, când cea mai mare parte din compuşii fierului şi manganului au căpătat forme insolubile şi pericolul de înfundare a drenurilor s-a micşorat, se execută drenajul. De asemenea, literatura de specialitate recomandă pentru zonele în care solul şi apa freatică sunt bogate în fier şi mangan, să se adopte scheme de drenaj cu drenuri scurte şi panta cât mai mare, folosirea colectoarelor deschise pentru a se asigura accesul uşor la gurile drenurilor absorbante - care se prevăd cu *dop de apă* pentru împiedicarea pătrunderii aerului (oxigenului) în secțiunea drenului - folosirea tuburilor de ceramică, la care depunerile de hidroxizi de fier şi mangan sunt mai reduse, micşorarea distanței între drenuri cu 5 - 20 %, majorarea stratului de material filtrant etc.

Decolmatarea sau curățirea drenurilor se poate realiza pe cale hidraulică și prin metoda chimică.

Fig. 15.60 schema de principiu a dispozitivului de spălat drenuri
1 - tub de dren din ceramică; 2 - furtun; 3 - dispozitiv pentru ejectarea apei (cap de spălare)

Mobilizarea și evacuarea depunerilor din dren pe cale hidraulică se face cu jet puternic de apă. Instalația de spălat se compune dintr-o pompă de înaltă presiune care, refulează apa printr-un furtun lung și flexibil ce se termină cu un dispozitiv de ejectare. Ejectarea apei se face parțial înainte și parțial înapoi (fig. 15.60). Jetul frontal antrenează depunerile iar jeturile îndreptate spre înapoi determină înaintarea furtunului în dren, datorită forțelor reactive pe care le dezvoltă.

Alt tip de instalație cuprinde o pompă de presiune moderată (20 mCA) la care se cuplează un furtun scurt de câțiva metri, prevăzut la extremitate cu dispozitivul de ejectare confecționat din cauciuc și care - prin diametrul său exterior - obturează etanș secțiunea drenului. Apa pompată și ejectată în interiorul drenului formează un curent rapid care antrenează și evacuează depunerile.

Metoda chimică folosește pentru dizolvarea compușilor de fier și mangan, fie o soluție de acid sulfuric și disulfit de sodiu, cu concentrația de 0,2 - 0,3 %, fie dioxidul de sulf gazos. Operația de curățire implică închiderea gurii drenului, introducerea în interiorul tubului de dren a soluției și evacuarea acesteia după un interval de cel puțin 24 de ore, timp în care depunerile feri-manganice se dizolvă.

Când se folosește dioxidul de sulf, gazul se introduce în dren pe la capătul amonte - în cantitate de 16,6 kg pentru 1 m^3 volum interior de dren - și când dioxidul de sulf se percepe pe la capătul aval, se obturează ambele extremități ale drenului pentru o durată de 3 - 4 zile.

Decolmatarea drenurilor se execută cel puțin o dată la 4 - 5 ani, la început mai des, deoarece volumul depunerilor este mai mare, solul fiind mai puțin aerisit.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

XVI. AMENAJAREA SUPRAFEȚELOR AGRICOLE ÎNCLINATE PENTRU PREVENIREA ŞI COMBATEREA EROZIUNII SOLULUI ŞI ALUNECĂRILOR DE TEREN

16.1 Noțiuni generale despre procesul de eroziune a solului
16.2 Prevenirea şi combaterea eroziunii solului pe terenurile arabile
16.3 Prevenirea şi combaterea eroziunii solului în plantațiile de viță de vie şi pomi
16.4 Prevenirea şi combaterea eroziunii solului pe pășuni
16.5 Combaterea eroziunii în adâncime
16.6 Întreținerea lucrărilor de combatere a eroziunii solului
16.7 Prevenirea şi combaterea eroziunii eoliene
16.8 Alunecările de teren

16.1 Noțiuni generale despre procesul de eroziune a solului

Scoarța terestră a evoluat, de la începutul formării sale, sub acțiunea proceselor morfogenetice care s-au manifestat în ritmuri şi cu intensități diferite, determinate de intercondiționarea agenților modelatori la nivelurile de interferență a litosferei cu atmosfera, hidrosfera şi biosfera.

În categoria proceselor morfogenetice exogene, eroziunea solului* joacă un rol important privind dinamica modelării scoarței terestre. Eroziunea este procesul de desprindere de la suprafața terenului a particulelor de sol sau rocă, transportul acestora de la locul de origine şi depunerea lor în alte locuri.

Cele trei faze ale procesului natural de eroziune sunt realizate de doi agenți principali: apa şi aerul în mişcare, ale căror surse cinetice inepuizabile sunt energia radiației solare şi gravitația.

Efectuarea cu ajutorul uneltelor a lucrărilor solului conferă şi omului calitatea de agent al eroziunii întrucât în această activitate se disting cele trei faze ale procesului de eroziune. Spre deosebire de ceilalți agenți ai eroziunii solului, activitatea omului poate fi nemijlocit controlată şi dirijată rațional.

* Procesul de eroziune se manifestă pe întreaga suprafață a uscatului, nu numai pe cea acoperită cu sol, încât termenul cu un grad complet de generalizare este *eroziunea terenurilor*. Pe suprafețele acoperite de sol, eroziunea prezintă o importanță practică incomparabil mai mare decât procesul de transport şi depunere în cazul scoarței terestre cu roca la zi, astfel că folosirea expresiei *eroziunea solului* este justificată.

Eroziunea solului reprezintă una dintre principalele cauze ale degradării unor imense suprafețe agricole și silvice de pe Terra. Se estimează că anual se pierd de pe continente, prin eroziune, peste 76 miliarde tone de sol fertil. Prelucrarea unor date statistice arată că turbiditatea medie a rețelei hidrografice mondiale este de 360 g/m^3 și eroziunea medie specifică pe suprafața planetei de 134 t/km^2, diferențiată pe continente astfel: Australia - 43 t/km^2, Africa - 82 t/km^2, America de Nord și Centrală - 113 t/km^2, America de Sud - 148 t/km^2 și Asia - 208 t/km^2 (*Băloi V., Ionescu V.*, 1986).

Pentru țara noastră, studiul teoretic și aplicativ al eroziunii prin apă prezintă un interes deosebit întrucât condițiile fizico-geografice ale celei mai mari părți din teritoriul României sunt favorabile manifestării acestui proces. Cantitatea medie de aluviuni transportate pe rețeaua hidrografică a țării este de aproape 46 milioane tone, adică 1,89 t/ha· an. Prin comparație, eroziunea produsă de vânt afectează suprafețe mai mici și izolate, mai ales în sudul, sud-estul și vestul țării.

Zonele cele mai afectate de eroziunea prin apă se cuprind în podișurile: Moldovenesc, Getic, Transilvănean, Someșan precum și în părțile nord-vestică și sud-vestică ale Podișului Dobrogean (fig. 16.1).

Circa o treime (32,9 %) din suprafața totală a terenurilor agricole (tab. 16.1) este afectată de procese de pantă (eroziune și alunecări de teren). Întinse suprafețe - exprimate în mii hectare - de terenuri cu eroziune și alunecări sunt în județele: Mureș - 272,3; Caraș-Severin - 257,5; Alba - 256,3; Harghita - 229,0; Vaslui - 221,7; Cluj - 201,7; Bacău - 188,2; Iași - 183,5; Sibiu - 182,4; Hunedoara - 181,2; Botoșani - 177,1; Vâlcea - 173,1.

Datele din tabelul 16.1 arată că folosințele cele mai grav afectate sunt livezile (65,6 %) și pajiștile naturale (58,3 %) iar la arabil, suprafața cu eroziune și alunecări reprezintă circa 20 % din totalul acestei categorii de folosință.

De asemenea, studiile efectuate de I.F.G.C.O.T în perioada 1952 - 1980 relevă că potențialul aproximativ al formațiunilor torențiale de pe teritoriul agricol al țării este de 22.500 km.

Degradarea avansată a solului de pe unele versante, determinată de intensificarea eroziunii prin intervenții neraționale ale omului în cadrul natural, unde existau deja condiții potențiale de manifestare a procesului de eroziune (agresivitate pluvială, energie mare de relief, roci de solificare friabile etc) a impus proiectarea și executarea amenajărilor pentru prevenirea și combaterea eroziunii solului.

Volumul lucrărilor antierozionale executate în România până în anul 1999 a cuprins suprafața de 2276,9 mii de hectare, din potențialul total de aproximativ 5 milioane de hectare.

Fig. 16.1 Harta eroziunii solurilor României (după *Florea N.*, 1977)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 16.1

Terenurile agricole din România afectate de eroziune şi alunecări
(după *I.G.F.C.O.T.*, 1983)

Categoria	Suprafaţa	Arabil	Pajişti naturale	Plantaţii viticole	Plantaţii pomicole	Total agricol
Eroziune de suprafaţă, inclusiv pe soluri nisipoase şi cu schelet	mii ha	1269,9	1022,1	124,6	130,5	2547,1
	%	12,9	22,9	40,7	36,6	17,1
Eroziune de suprafaţă pe soluri acide, inclusiv cu ravene, exces de umiditate şi schelet	mii ha	307,0	975,9	7,1	46,9	1336,9
	%	3,1	21,8	2,3	13,2	8,9
Eroziune de suprafaţă şi exces de umiditate	mii ha	67,5	47,4	1,0	7,3	123,2
	%	0,7	1,1	0,3	2,0	0,8
Eroziune de suprafaţă şi în adâncime, inclusiv terenuri cu pietriş şi bolovani	mii ha	57,6	109,1	8.6	7,7	183,0
	%	0,6	2,5	2,8	2,1	1,2
Eroziune de suprafaţă şi alunecări, inclusiv pe soluri acide şi cu ravene	mii ha	212,1	434,1	14,9	40,9	702,0
	%	2,2	9,7	4,9	11,5	4,7
Eroziune de suprafaţă pe soluri saline, inclusiv cu alunecări	mii ha	10,1	15,2	0,6	0,7	26,6
	%	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2
Total	mii ha	1924,2	2603,8	156,8	234,0	4918,8
	%	19,6	58,3	51,2	65,6	32,9

16.1.1 Clasificarea eroziunii prin apă

Clasificarea eroziunii prin apă după diverse criterii contribuie la cunoaşterea particularităţilor procesului şi implicit, la stabilirea adecvată a măsurilor şi lucrărilor ameliorative.

Având în vedere *perioada de timp* şi *intensitatea de manifestare a eroziunii* se disting: eroziunea naturală veche, eroziunea naturală actuală şi eroziunea accelerată (antropică).

Eroziunea naturală veche (eroziunea geologică, eroziunea normală veche) reprezintă eroziunea hidrică sau eroziunea prin apă care a contribuit în decursul erelor geologice la geneza formelor de relief şi a reţelei hidrografice existente în prezent.

În zilele noastre, eroziunea naturală evoluează corespunzător mediului fizico-geografic natural şi intensitatea ei este considerată normală. Procesul se desfăşoară, de regulă, lent fiind perceptibil într-o perioadă îndelungată de timp, fără a provoca modificări importante în morfometria profilului de sol.

Această eroziune naturală, corespunzătoare condițiilor orofitoclimatice actuale, reprezintă **eroziunea naturală actuală** sau eroziunea normală actuală.

Apariția omului, dezvoltarea ulterioară a agriculturii și industriei, intervenția tot mai agresivă a factorului antropic în înlănțuirea factorilor naturali au constituit cauze ale amplificării intensității procesului de eroziune. Extinderea necontrolată a suprafețelor arabile și a altor folosințe agricole pe terenurile înclinate, prin defrișarea pădurilor și desțelenirea pajiștilor precum și executarea lucrărilor agrotehnice pe direcția deal - vale, au determinat ca apa provenită, cu deosebire, din ploile torențiale și din topirea zăpezii să se scurgă pe versante nestingherită, adesea cu debitul mare, dislocând și transportând importante cantități de sol și elemente fertilizante.

Eroziunea care se produce cu intensitatea mărită față de cea a eroziunii naturale (lente), intensitate amplificată de ruperea echilibrului natural prin activitatea omului în peisajul local, a fost numită **eroziune accelerată** sau **eroziune antropică**. Calificativele de *normală* sau *accelerată* privind intensitatea de manifestare a eroziunii nu trebuie acceptate în mod absolut, întrucât ele nu pot fi atribuite exclusiv, eroziunii naturale sau respectiv, eroziunii influențate de om. Se poate întâmpla ca în unele locuri și în anumite perioade de timp, manifestarea mai energică a unora din factorii naturali - de exemplu, o pluviozitate mai accentuată - să strice echilibrul natural al eroziunii geologice și să o transforme în eroziune accelerată. În cazul eroziunii influențate de om, prin măsurile și lucrările antierozionale aplicate pe terenurile erodate se transformă, de regulă, eroziunea accelerată în eroziune normală, lentă, nedăunătoare.

După *modul cum se exercită acțiunea dinamică a apei la suprafața terenului*, se disting două forme ale eroziunii hidrice: eroziunea prin picături și eroziunea prin scurgere, la aceasta din urmă individualizându-se eroziunea de suprafață, eroziunea prin șiroire și eroziunea prin ravinare.

Eroziunea prin picături se manifestă pe terenurile înclinate în timpul ploilor și irigației prin aspersiune sub acțiunea picăturilor de apă, la impactul cu suprafața terenului, provocând sfărâmarea, împrăștierea (transportul prin aer împreună cu stropii picăturilor) și amestecarea agregatelor de structură.

Eroziunea de suprafață este provocată de scurgerea apei în straturi subțiri și continui pe fețele versantelor, având ca efect desprinderea și îndepărtarea lentă, insidioasă, a stratului superficial al solului.

Eroziunea prin șiroire sau *prin rigole* este exprimată pe versante printr-o mulțime de șanțuri mici, create de concentrarea scurgerii apei în șiroaie. Rigolele de șiroire - formate în faza incipientă a scurgerii concentrate a apei - au adâncimea până la câțiva centimetri, trasee instabile, densitatea relativ uniformă și sunt orientate predominant pe linia de cea mai mare pantă.

Eroziunea prin ravinare rezultă ca urmare a scurgerii concentrate a apei în şuvoaie din ce în ce mai mari, generate prin confluenţele succesive ale curenţilor cu debitul mic. Şuvoaiele - cu trasee efemere - capătă progresiv capacitatea sporită de desprindere şi transport, dezvoltând o reţea mai rară şi mai bine individualizată de albii cvasipermanente care, au dimensiunile şi durata de existenţă diferenţiate, în funcţie de debitul şuvoiului şi stadiul de evoluţie (rigolă propriu-zisă, ogaş, ravenă).

Criteriul principal de clasificare a eroziunii hidrice constă în *efectul eroziunii asupra configuraţiei terenului.* Din acest punct de vedere, se deosebesc eroziunea de suprafaţă şi eroziunea în adâncime.

Eroziunea de suprafaţă este cunoscută şi sub numele de *ablaţie, eroziune decapantă, eroziune laminară, eroziune areolară* şi reprezintă procesul de îndepărtare a particulelor solide de pe suprafaţa terenurilor înclinate prin scurgerea apei din ploi sau din topirea zăpezii, în pânză continuă şi/sau prin şiroire. Scurgerea apei în pânză subţire şi continuă pe suprafaţa versantului exercită - prin mişcarea ei - forţe capabile să desprindă particulele fine de sol sau de rocă şi să le transporte la vale. Eroziunea se produce, în acest caz, relativ uniform pe întreaga suprafaţă de scurgere, cu unele diferenţieri, determinate de variaţia de rugozitate şi de rezistenţă a stratului superficial la acţiunea dinamică a apei.

Concentrarea incipientă a scurgerii în şiroaie elementare, datorită nano şi microreliefului terenului, generează rigole de dimensiuni reduse, cu trasee instabile.

Şiroirile - observabile după ploi pe terenurile înclinate proaspăt lucrate şi/sau lipsite de vegetaţie - au adâncimea de 1 - 5 cm şi repartiţia (densitatea) aproape uniformă. Într-o stare mai avansată, eroziunea de suprafaţă este exprimată prin rigole cu adâncimea până la 20 - 30 cm şi repartiţia teritorială mai neuniformă decât a şiroirilor.

Se întâmplă uneori, când stratul arabil al solului a fost recent lucrat şi prezintă substratul întărit şi impermeabil, ca solul să fie spălat până la bătătura plugului, pe lăţimea ce poate atinge 3 metri. Procesul este cunoscut sub denumirea de *eroziune de hardpan.*

Formele eroziunii de suprafaţă au caracter efemer, deoarece - afectând solul pe o mică adâncime - sunt desfiinţate în scurt timp prin lucrările agrotehnice, acţiunea vântului, a picăturilor de ploaie etc încât configuraţia generală a suprafeţei versantului rămâne practic neschimbată. Firește, eroziunea de suprafaţă - deşi puţin perceptibilă - produce mari pagube pentru că îndepărtează succesiv straturile superioare fertile iar în timp, poate distruge întregul profil al solului.

Eroziunea în adâncime este exprimată pe versante prin forme depresionare adâncite, a căror existenţă se datorează energiei cinetice a curenţilor de apă concentraţi.

Oricât de neînsemnată ar fi concentrarea scurgerii de suprafață la început, tendința de a se dezvolta în continuare se evidențiază în majoritatea cazurilor, deoarece este destul să se separe o șuviță de apă mai mare, pentru ca prin forța ei sporită de eroziune să adâncească o rigolă (fig. 16.2). Dacă ploaia continuă sau se intensifică, șuvoiul de apă se mărește iar albia lui se adâncește și se lățește. Treptat, se trece la o rețea ramificată de șuvoaie mari, apoi la una tot mai rară, mai adâncă și mai stabilă. Această concentrare a scurgerii pe versante marchează trecerea de la eroziunea de suprafață la eroziunea în adâncime.

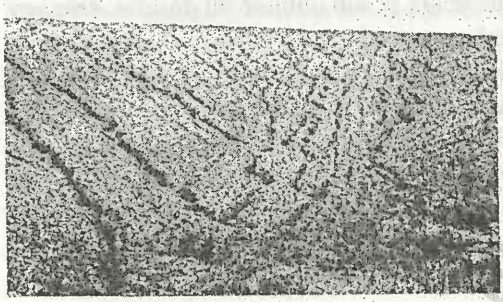


Fig. 16.2 Concentrarea scurgerii și formarea rigolelor

Spre deosebire de formele eroziunii de suprafață, elementele eroziunii în adâncime sunt mai mari și, mai ales, au durată mai lungă de existență.

Trebuie făcută distincția între elementele rețelei hidrografice formate prin eroziunea naturală și formele eroziunii accelerate în adâncime. Se disting următoarele forme rezultate prin eroziunea naturală: văiuga, vâlceaua, valea seacă (viroaga) și valea râului. Deosebirile între formele eroziunii în adâncime vechi, se referă la aria bazinului de recepție, la aspectul și dimensiunile profilului transversal și parțial, la structura geologică, specifice fiecăreia.

Formele eroziunii accelerate în adâncime pot fi independente sau pot fi evoluate pe rețeaua hidrografică rezultată prin eroziunea naturală, anihilată în trecut prin protecția exercitată de vegetație.

Există diferite clasificări ale formelor eroziunii în adâncime. Cele mai importante criterii după care s-a făcut clasificarea eroziunii accelerate în adâncime sunt: stadiul de dezvoltare al formelor eroziunii și intensitatea procesului eroziv.

După *stadiul de dezvoltare* se deosebesc: rigola propriu-zisă, ogașul și ravena.

Rigolele propriu-zise au adâncimea de 30 - 50 cm și aspectul unor șanțuri izolate, aproape paralele între ele, dispuse pe versant după direcția liniei de cea mai mare pantă sau, se evidențiază ca ramificații foarte neregulate de șanțuri dese, cu secțiunea variabilă - de regulă în „V" - și orientate pe direcții diferite. În general, rigolele nu au legătură directă cu rețeaua hidrografică, mai ales când se formează în zona din vecinătatea cumpenei apelor pe versantele cu profil concav.

BCU "LUCIAN BLAGA" UNIVERSITY LIBRARY

Ogaşele sunt şanţuri cu trasee neregulate, orientate, în general, pe direcţia deal - vale, evoluate din rigole. Au lungimea diferită (de la zeci la sute de metri) şi adâncimea cuprinsă între 0,5 - 3,0 m. Secţiunea transversală a unui ogaş este, obişnuit, în formă de „V" şi linia de fund are traseul aproape paralel cu suprafaţa versantului.

Ravenele provin din ogaşe, prin dezvoltarea acestora în lungime, adâncime şi lăţime. Adâncimea unei ravene depăşeşte 2 - 3 m, lăţimea poate atinge uneori chiar 100 m iar lungimea variază de la câteva zeci de metri la câţiva kilometri. Obârşia ravenei poate fi compusă din mai multe ramificaţii (vârfuri). Panta talvegului ravenei este mai mică decât cea a versantului, pe linia malurilor.

Ravena se dezvoltă în lungime prin vârfurile ei, în lăţime datorită prăbuşirii malurilor şi alunecării terenurilor învecinate iar în adâncime prin eroziunea de fund, până la realizarea unui profil longitudinal relativ stabil. Dezvoltarea ravenei poate înceta natural sau prin intervenţii umane. În acest stadiu, malurile ravenei capătă panta taluzului natural şi se stabilizează, eroziunea de fund devine neglijabilă, se intensifică procesul de solificare iar ravena se transformă într-o viroagă.

Clasificarea ravenelor se poate face după criterii morfometrice, intensitatea procesului de eroziune, stadiul de dezvoltare, torenţialitate etc.

Criteriile morfometrice se referă la lungimea şi adâncimea ravenei precum şi la mărimea suprafeţei de recepţie a scurgerii.

După lungime, se disting: ravene scurte (< 300 m), ravene lungi (300-1000 m) şi ravene foarte lungi (> 1000 m).

În funcţie de adâncime, se deosebesc: ravene puţin adânci (3 - 5 m), ravene adânci (5 - 10 m) şi ravene foarte adânci (> 10 m).

În ce priveşte *mărimea suprafeţei de recepţie*, se consideră ravene: cu bazine de recepţie mici (< 10 ha), cu bazine de recepţie mari (50 - 100 ha) şi cu bazine foarte mari (> 100 ha).

Intensitatea procesului de eroziune în adâncime se apreciază, obişnuit, *după creşterea anuală în lungime sau în suprafaţă a ravenelor*, deosebindu-se ravene: cu dezvoltare înceată (înaintează cu până la 1 m/an), cu dezvoltare mijlocie (înaintează cu 1 - 3 m/an) şi cu dezvoltare puternică (înaintează cu mai mult de 3 m/an).

După stadiul de dezvoltare (*Băloi V.*, 1980) propune următoarea clasificare: ravene active în stadiul incipient, ravene active în stadiul evoluat, ravene stabilizate parţial şi ravene stabilizate.

Clasificarea ravenelor *după criteriul torenţialităţii* are în vedere debitul lichid specific cu asigurarea de 1 % şi debitul solid specific mediu anual (*Băloi V.*, 1980), în funcţie de care se disting:

✓ ravene excesiv torenţiale, la care debitul lichid specific cu asigurarea de 1 % este mai mare de 320 l/s· ha şi eroziunea specifică medie depăşeşte 32 m^3/an· ha;

✓ ravene mijlociu torenţiale, cu debitul lichid între 30 - 320 l/s· ha şi eroziunea specifică medie de 4 - 32 m^3/an· ha;

✓ ravene practic netorenţiale, având debitul lichid mai mic de 30 l/s· ha şi eroziunea specifică medie sub 4 m^3/an· ha.

În unele lucrări de specialitate este menţionată şi râpa ca formă a eroziunii accelerate în adâncime.

Râpa este o ruptură de teren, situată pe versant (izolată de reţeaua hidrografică) precum şi pe malurile ravenelor sau ale reţelei hidrografice vechi. Se deosebeşte de celelalte forme prin faptul că are un singur taluz, fără a prezenta un canal de scurgere.

Torentul este un curs de apă - cu sau fără debit permanent - având regimul hidrologic specific, ce se caracterizează prin viituri mari care se produc, de regulă, brusc, au durată scurtă şi grad ridicat de încărcare cu materiale solide a curentului de apă. Din punct de vedere morfologic, torentul sau formaţiunea torenţială cuprinde un bazin de recepţie relativ mic (de la câteva zeci de hectare până la câţiva zeci de kilometri pătraţi), o reţea de scurgere şi - de cele mai multe ori - o zonă de depunere (con de dejecţie, agestru) (fig. 16.3).

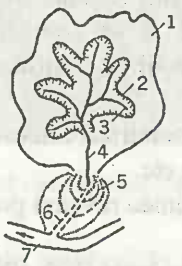


Fig. 16.3 Schema de principiu a unui torent
1 - bazin de recepţie; 2 - suprafaţă ravenată; 3 - reţea de scurgere; 4 - canal de scurgere principal; 5 - con de dejecţie; 6 - albia de evacuare; 7 - emisar

Producerea viiturii torenţiale se datorează ploilor cu intensitatea mare care, pot acoperi în întregime suprafaţa mică şi cu panta mare a bazinului de recepţie - conjunctură în care - durata timpului de concentrare a scurgerii în albia principală a torentului este, obişnuit, mai mică decât durata ploii torenţiale.

Reţeaua de scurgere a torentului poate fi simplă - având în componenţă numai o ravenă, văiugă, vâlcea sau o vale seacă - sau poate fi ramificată, cuprinzând pe diferitele sectoare, mai multe forme ale eroziunii în adâncime, indiferent dacă acestea sunt rezultate ale eroziunii contemporane sau ale eroziunii vechi.

16.1.2 Factorii determinanţi şi favorizanţi ai eroziunii solului

Eroziunea produsă de apă este influenţată de mai mulţi factori între care, unii au rolul determinant sau cauzal (precipitaţiile atmosferice şi activitatea antropică) iar alţii (relieful, vegetaţia, solul şi roca) favorizează sau

condiționează intensitatea de manifestare a procesului. Toți factorii acționează într-o permanentă și strânsă interdependență, cu participări în proporții variabile; unii se completează și se amplifică reciproc iar alții, având sensuri contrare, se frânează.

Rolul principal îl joacă precipitațiile atmosferice, privite atât sub aspect cantitativ cât și ca mod de manifestare, ele generând eroziunea prin apă. Efectul precipitațiilor atmosferice este condiționat nemijlocit, pe de o parte de către elementele de relief - care pot mări sau diminua viteza de scurgere a apei pe fețele versantelor - iar pe de altă parte, de însușirile solului sau rocii, care subminează scurgerea de suprafață prin procesul de infiltrație și care pot opune rezistență mai mică sau mai mare forței de dislocare a apei în mișcare. De asemenea, cantitatea de apă din precipitații care se scurge pe terenurile înclinate este controlată și de consumul prin evapotranspirație, fenomen care - la rândul său - depinde de prezența și caracteristicile învelișului vegetal, condițiile de temperatură, deficitul de saturație în vapori a atmosferei, mișcarea maselor de aer etc.

Amploarea și intensitatea mereu crescânde ale intervenției omului în peisajul geografic, conferă activității antropice contemporane, potențialul de modificare radicală a raporturilor de intercondiționare a factorilor naturali care influențează eroziunea încât, omul poate fi considerat ca agent dar și ca factor determinant de maximă importanță în legătură cu procesul de eroziune a solului.

Precipitațiile atmosferice influențează eroziunea solului, cu deosebire, prin ploile torențiale și prin zăpadă, în timpul topirii acesteia.

Se consideră ploaie torențială, fenomenul pluvial care se caracterizează printr-un volum mare de apă căzut într-un timp relativ scăzut (v. 13.2.1).

Ploile torențiale posedă o mare energie cinetică, exercitând o puternică influență asupra eroziunii solului. Energia cinetică însemnată a ploilor torențiale se datorează, în primul rând, acțiunii picăturilor de ploaie.

Dimensiunile și viteza de cădere ale picăturilor iar pe de altă parte, intensitatea și durata ploii, constituie principalii parametri ce caracterizează energia precipitațiilor erozive.

Dimensiunile picăturilor sunt dependente de intensitatea ploii, viteza vântului în timpul producerii precipitației, altitudinea norilor din care s-a format ploaia etc. Mărimea picăturilor crește odată cu intensitatea ploi dar, niciodată ploile - chiar de aceeași intensitate - nu au în componență picături de aceeași mărime. În mod excepțional, picăturile de ploaie pot atinge diametrul de 6 - 8 mm însă, în general, picăturile mai mari de 5 - 6 mm se fracționează din cauza curenților de aer. Picăturile mici și mijlocii (< 2 - 3 mm) au forma aproape sferică iar cele mai mari se aplatizează la bază și se subțiată la partea superioară datorită rezistenței aerului la căderea lor în

atmosferă. Diametrul mediu al picăturilor poate fi estimat, în funcție de intensitatea ploii, cu relația:

$$d = I^{0,25} \tag{16.1}$$

în care:

d este diametrul mediu al picăturilor de ploaie, în mm;

I - intensitatea ploii, în mm/min.

Viteza de cădere a picăturii de ploaie se diferențiază în funcție de diametrul picăturii, înălțimea de cădere și tăria vântului care, obișnuit, amplifică acest parametru.

Viteza limită (terminală) de cădere în atmosfera calmă, viteză echilibrată de rezistența maximă a aerului, variază - în funcție de diametrul picăturii - între 2 - 9 m/s (tab. 16.2).

Tabelul 16.2

Viteza limită de cădere a picăturilor de ploaie în atmosfera calmă (după *Günn, Knizer* și *Laws*)

Diametrul picăturii (mm)	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Viteza limită (m/s)	2,1	4,0	6,6	8,1	8,8	9,1	9,2

Energia cinetică dezvoltată de căderea picăturilor de ploaie poate determina dislocarea unei imense mase de sol. Se apreciază că pe un hectar de teren arabil fără vegetație, în timpul unei ploi torențiale de 50 mm și cu intensitatea de 2,5 mm/min, sunt ridicate în aer, prin acțiunea picăturilor, 240 tone de sol.

Produsul dintre energia cinetică totală a unei ploi (E) - care include pe lângă energia picăturilor și pe cea a apei de scurgere la suprafață - și intensitatea medie maximă pe durata de 30 de minute (i) reprezintă indicatorul (I_w) care permite estimarea satisfăcătoare a agresivității pluviale (*Wischmeyer*, 1958):

$$I_w = E \cdot i \tag{16.2}$$

Suma indicatorilor (I_w) calculați pentru ploile dintr-un an reprezintă indexul ploaie ce caracterizează, pentru un teritoriu, agresivitatea pluvială din anul considerat.

Pentru condițiile din România, agresivitatea pluvială se apreciază cu indicatorul rezultat din produsul între intensitatea medie pe 15 minute a nucleului torențial și rădăcina pătrată a cantității de precipitații înregistrate pe durata ploii (*Stănescu P.* și colab, 1969):

$$I_{15} = i_{15} \cdot P^{0,5} \tag{16.3}$$

în care:

I_{15} este indicatorul de agresivitate pluvială a unei ploi;

i_{15} - intensitatea medie a nucleului torențial cu durata de 15 min, în mm/min;

P - cantitatea de apă înregistrată pe durata ploii, în mm.

BCU IAȘI CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

Indicatorul agresivității pluviale se calculează pentru fiecare ploaie erozivă și apoi, prin însumare, se obțin valorile lunare, sezoniere și anuale.

Zonarea agresivității pluviale pentru teritoriul României este prezentată în figura 16.4, din care rezultă că cea mai redusă agresivitate pluvială este în zona Câmpiei de Vest iar cea mai mare agresivitate afectează zona Carpaților, în care sunt cuprinse parțial și dealurile subcarpatice.

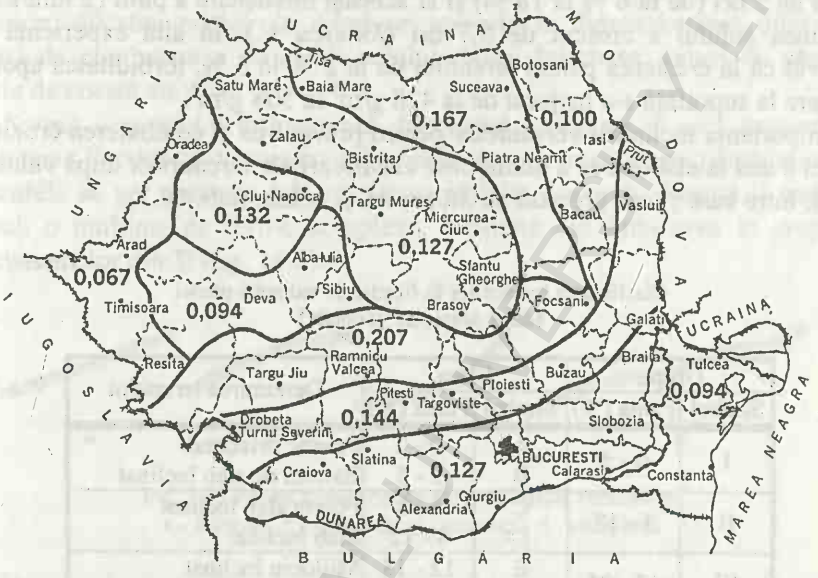


Fig. 16.4 Zonarea agresivității pluviale în România

Din cele prezentate rezultă că ploile torențiale - prin caracterul lor local - au rolul hotărâtor, mai cu seamă, în eroziunea pe versante și bazinele hidrografice mici. Ploile lente, de lungă durată, au mare importanță pentru eroziunea malurilor cursurilor de apă însă nu trebuie neglijate nici în legătură cu eroziunea pe versante deoarece, saturând solul cu apă, provoacă scurgeri care antrenează mari cantități de material din orizontul de la suprafață.

Topirea rapidă a zăpezii influențează energic procesul de eroziune, îndeosebi când fenomenul se produce în condițiile solului înghețat în profunzime sau îmbibat cu apă până la capacitatea de saturație.

Relieful influențează procesul de eroziune a solului prin caracteristicile sale morfometrice, amplificând sau micșorând energia cinetică a apei din precipitații încât repartiția teritorială și intensitatea eroziunii sunt, în mare parte, expresia acestui factor.

Terenurile înclinate se diferențiază prin pantă, lungime, forma profilului și expoziție.

Panta condiţionează viteza scurgerii şi deci, capacitatea de erodare a suprafeţei terenului de curenţii de apă. Conform relaţiei lui *Chézy* ($V = C \cdot \sqrt{R \cdot I}$), la creşterea pantei de 4 ori, viteza medie de scurgere a apei se dublează şi în consecinţă, energia cinetică a curentului ($E = m \cdot V^2 / 2$) se majorează de 4 ori.

S-a constatat experimental că pe un teren cultivat cu porumb, la creşterea pantei de 3 ori (de la 6 % la 18 %) şi la aceeaşi intensitate a ploii (2 mm/min), eroziunea solului a crescut de 5,7 ori (*Ionescu V.*). În altă experienţă s-a observat că la creşterea pantei terenului de la 2 % la 5 %, turbiditatea apei de scurgere la suprafaţă s-a majorat de la 428 g/m^3 la 508 g/m^3.

Importanţa înclinării versantelor pentru prevenirea şi combaterea eroziunii solului a dus la elaborarea a numeroase clasificări ale terenurilor după valoarea pantei, între care şi cea propusă de *Moţoc M.* şi colab. (tab. 16.3).

Tabelul 16.3

Clasificarea terenurilor în funcţie de valoarea pantei
(după *Moţoc M.* şi colab.)

Grupa		Clasa		Denumirea terenului
Simbol	Panta (%)	Simbol	Panta (%)	
I	0 - 5	A	0 - 2	Practic orizontal
		B	2 - 5	Extrem de slab înclinat
II	5 - 12	C	5 - 8	Foarte slab înclinat
		D	8 - 12	Slab înclinat
III	12 - 25	E	12 - 18	Mijlociu înclinat
		F	18 - 25	Puternic înclinat
IV	25 - 50	G	25 - 35	Foarte puternic înclinat
		H	35 - 50	Extrem de puternic înclinat
V	> 50	I	50 - 70	Abrupt
		J	70 - 100	Foarte abrupt
		L	> 100	Extrem de abrupt

Lungimea versantului este - ca şi valoarea pantei - un indicator important, deoarece la aceeaşi înclinare, alungirea traseului de scurgere a apei face să crească, în general, debitul scurgerii iar ca urmare, eroziunea se intensifică. Accentuarea eroziunii solului, odată cu creşterea lungimii versantului, se explică - pe de o parte - prin acumularea unei cantităţi tot mai mari de apă şi - pe de altă parte - prin creşterea vitezei de scurgere sub acţiunea gravitaţiei.

Cercetările efectuate la Staţiunea experimentală de la Valea Călugărească au evidenţiat că în plantaţiile de viţă de vie, fără măsuri de conservare a solului, dublarea lungimii traseului de scurgere pe versant - în aceleaşi condiţii de pantă - determină majorarea eroziunii de circa 2,8 ori.

Pornind de la constatarea că în vecinătatea cumpenei apelor debitul scurgerii este cel mai mic şi că el se măreşte pe măsura apropierii de baza versantului - odată cu acesta amplificându-se şi eroziunea - s-a creat noţiunea de *distanţă critică de eroziune* sau *distanţă limită de neeroziune*.

Distanţa critică de eroziune reprezintă lungimea, pe direcţia liniei de cea mai mare pantă, la care scurgerea superficială provoacă eroziune ce depăşeşte valoarea admisibilă. Determinată direct pe teren sau cu ajutorul unor formule empirice, distanţa critică de eroziune serveşte la dimensionarea diferitelor lucrări de combatere a eroziunii solului (benzi înierbate, valuri de pământ, canale de coastă etc).

Forma versantului influenţează diferenţiat scurgerea şi - ca urmare - şi eroziunea. Secţiunile verticale după linia de cea mai mare pantă arată că versantele se pot prezenta sub trei forme simple: convexă, dreaptă şi concavă şi, sub o mulţime de forme complexe, rezultate din îmbinarea în proporţii diferite a celor dintâi (fig. 16.5).

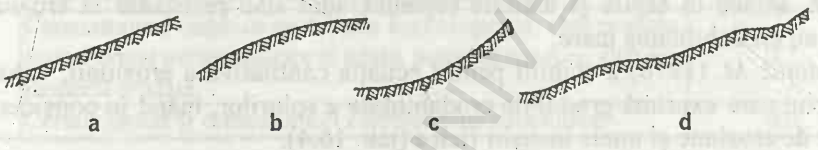


Fig. 16.5 Forme caracteristice ale profilurilor versantelor
a - dreaptă; b - convexă; c - concavă; d - complexă

Versantele cu profil convex sunt cel mai intens erodate întrucât la acestea panta se accentuează spre bază, amplificând energia cinetică a scurgerii. Pe versantele concave, eroziunea este cea mai redusă pentru că micşorarea pantei spre poalele versantului diminuează viteza apei şi deci şi capacitatea de erodare. Pe versantele cu profilul drept, valoarea relativă a eroziunii este mijlocie, crescând - ca şi la versantele convexe - spre partea inferioară.

Considerând indicele de erodare a versantelor drepte egal cu unitatea, *Poliakov B. V.* şi *Lopatin G. V.* au stabilit că pentru versantele convexe, acest indice este de 1,25 - 1,50 iar pentru cele concave 0,50 - 0,75.

Versantele cu profilul complex sau în trepte se erodează diferit, în funcţie de proporţia sectoarelor cu panta mare faţă de cele cu panta mică sau în contrapantă.

Expoziţia versantelor diferenţiază procesul de eroziune întrucât de pe urma acestor orientări apar complexe topoclimatice variate. Astfel, versantele însorite, mai bine încălzite şi mai uscate, cu topirea mai timpurie a zăpezii şi dezgheţ mai grăbit sunt mai puternic erodate decât cele umbrite, mai reci şi mai umede, cu topirea zăpezii mai înceată şi dezgheţul întârziat. În plus, solurile de

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

pe versantele însorite sunt mai frecvent supuse distrugerii agregatelor de structură.

Se estimează că versantele sudice şi vestice sunt cu 30 % - 40 % mai erodate decât cele cu expoziţia nordică (*Băloi V., Ionescu V.*, 1986)

Solul şi roca influenţează direct procesul de eroziune prin gradul de rezistenţă la acţiunea apei în mişcare şi indirect, prin capacitatea de infiltraţie, deci de micşorare a debitului scurgerii de suprafaţă.

Uşurinţa cu care particulele de sol sunt desprinse şi transportate prin acţiunea picăturilor de ploaie şi/sau a apei de scurgere pe versant - în condiţii standard ale factorilor de eroziune - se numeşte *erodabilitatea solului* sau *gradul de erodabilitate a solului.*

Erodabilitatea solului este influenţată de mărimea şi stabilitatea hidrică a agregatelor de structură, alcătuirea granulometrică, densitatea aparentă a solului şi a rocii de solificare, gradul de eroziune, conţinutul solului în humus saturat cu calciu etc.

În general, solurile slab structurate, erodate, cu hidrostabilitatea structurală redusă, sărace în argilă şi materie organică sunt slab rezistente la eroziune, adică au erodabilitatea mare.

Moţoc M. (1970) a stabilit pentru ecuaţia cantitativă a eroziunii, valorile indicelui care exprimă gradul de erodabilitate a solurilor, luând în considerare starea de eroziune şi unele însuşiri fizice (tab. 16.4).

Tabelul 16.4

Clasificarea solurilor în raport cu erodabilitatea, în funcţie de eroziune şi unele însuşiri fizice

Clasa	Caracterizarea solurilor	Coeficientul de corecţie pentru erodabilitate
1	Soluri foarte puternic sau excesiv erodate, cu coeziune foarte mică, fără structură	1,2
2	Soluri puternic sau foarte puternic erodate, cu coeziune mică, slab structurate	1,0
3	Soluri puternic sau foarte puternic erodate, cu coeziune mijlocie sau slab şi moderat erodate, cu coeziune mică	0,9
4	Soluri puternic sau foarte puternic erodate, cu coeziune mare, bine structurate, profil puternic dezvoltat	0,8
5	Soluri slab sau moderat erodate, cu coeziune mijlocie, profil puternic dezvoltat, roca mamă friabilă	0,7
6	Soluri slab sau moderat erodate, cu coeziune mare, structură foarte bună, profil puternic dezvoltat, roca mamă friabilă	0,6

Literatura de specialitate cuprinde unele precizări şi în ce priveşte ordonarea după erodabilitate a tipurilor genetice de sol din ţara noastră (tab. 16.5).

Tabelul 16.5

Clasificarea solurilor în raport cu erodabilitatea în funcţie de tipul genetic, starea de eroziune şi unele proprietăţi fizice (după *Luca Al.* şi colab., 1961)

Clasa	Tipul de sol şi caracteristicile acestuia	Valoarea relativă a erodabilităţii
1	Soluri brune eumezobazice şi acide, soluri brune luvice, soluri cenuşii şi luvisoluri albice cu textura uşoară, foarte puternic erodate. Rendzine foarte puternic erodate. Pseudorendzine.	1,2
2	Cernoziomuri cambice cu textura medie sau grea, puternic sau foarte puternic erodate. Soluri brune eumezobazice şi acide, medii sau uşoare, puternic erodate. Rendzine puternic erodate.	1,0
3	Cernoziomuri cambice cu textura medie, moderat erodate. Rendzine, până la moderat erodate. Soluri brune eumezobazice şi acide şi soluri brune luvice moderat erodate.	0,9
4	Cernoziomuri cambice cu textura uşoară, moderat şi puternic erodate. Soluri cenuşii, soluri brune eumezobazice şi acide şi soluri brune luvice cu textura uşoară, moderat erodate.	0,8
5	Cernoziomuri cambice cu textura luto-nisipoasă, slab erodate. Soluri brune eumezobazice şi acide, puternic coezive, slab sau moderat erodate.	0,7
6	Cernoziomuri şi cernoziomuri cambice bine structurate.	0,6

Erodabilitatea solului se diferenţiază şi pe orizonturile genetice. La unele soluri - cum sunt solurile bălane şi cernoziomurile - erodabilitatea este mai mică în orizontul superior de acumulare a humusului şi mai mare în cele inferioare. Alte soluri, sunt erodate mai uşor în orizontul superior al profilului şi mai greu în straturile intermediare sau inferioare (cazul luvisolurilor albice, solurilor brune luvice ş. a.).

Infiltraţia - care indirect conferă solului calitatea de factor ce condiţionează eroziunea - este dependentă de intensitatea ploii, însuşirile fizico-chimice ale solului, caracteristicile suprafeţei terenului, umiditatea solului, starea de eroziune, temperatura şi compoziţia chimică a apei etc. Cu cât valoarea infiltraţiei este mai ridicată, cu atât scurgerea şi eroziunea solului sunt mai reduse.

Gruparea principalelor soluri din România în funcţie de valoarea infiltraţiei relativ stabilizată se prezintă în tabelul 16.6.

Roca de solificare exercită influenţă însemnată în evoluţia şi vigoarea eroziunii. Dacă - de exemplu - roca este dură (roci eruptive, roci metamorfice, unele roci sedimentare cimentate), solul ce evoluează pe ea este subţire, având capacitatea de infiltraţie mică; surplusul de apă ce se scurge la suprafaţă erodează uşor, aducând roca la zi în scurt timp. Când roca de solificare este friabilă (luturi loessoide, loess, marne etc), solul ce se formează este gros şi

cantitatea de apă reţinută prin infiltraţie, mare. Ajunse la suprafaţă, rocile tari se erodează greu iar cele friabile, relativ uşor.

Tabelul 16.6

Valoarea infiltraţiei relativ stabilizată, pe grupe de soluri şi stări de eroziune (după *Moţoc M.* şi *Luca Al.*)

Infiltraţia (mm/min)	Grupa de soluri şi starea de eroziune
1,0 - 1,8	**A.** Cernoziomuri neerodate şi cu eroziunea slabă sau moderată. Cernoziomuri cambice neerodate sau cu eroziunea slabă.
0,8 - 0,6	**B.** Cernoziomuri cambice cu eroziunea moderată. Rendzine neerodate sau cu eroziunea slabă. Soluri brune eumezobazice şi acide, neerodate sau cu eroziunea slabă până la puternică.
0,6- 0,4	**C.** Cernoziomuri, cernoziomuri cambice şi soluri brune luvice cu eroziunea puternică şi foarte puternică. Rendzine cu eroziunea moderată. Pseudorendzine neerodate. Luvisoluri albice neerodate sau erodate slab până la puternic.
0,4 - 0,2	**D.** Rendzine cu eroziunea puternică şi foarte puternică. Pseudorendzine cu eroziunea de la slabă la foarte puternică şi soluri brune eumezobazice şi acide cu eroziunea foarte puternică.

Vegetaţia este, în general, un important factor de protecţie a solului împotriva eroziunii, exercitându-şi funcţia antierozională prin:

- ✓ interceptarea picăturilor de ploaie şi consumarea parţială a energiei cinetice a acestora;
- ✓ reţinerea pe aparatul foliar şi cedarea ulterioară lentă a unei părţi din apa precipitaţiilor;
- ✓ reducerea vitezei de scurgere a apei la suprafaţa terenului ca urmare a rugozităţii determinate de tulpinile plantelor;
- ✓ îmbunătăţirea structurii şi porozităţii solului;
- ✓ fixarea agregatelor de structură ale solului prin sistemul radicular.

Pajiştile frânează în mare măsură scurgerea şi eroziunea solului. Cercetările efectuate pe pajişti naturale, în legătură cu reţinerea apei din ploi, au evidenţiat că această retenţie variază între 12 - 14 % la ploile mari şi 75 - 94 % la cele mici (*Rode A.*, 1965). S-a estimat că într-o ţelină bine încheiată, o pierdere de 17 cm din stratul de sol se poate produce abia în 18 - 30 mii de ani, în vreme ce erodarea unui strat de aceeaşi grosime într-un teren arabil, poate avea loc în numai 48 - 50 ani (*Chiriţă C.* şi colab., 1964). De asemenea, s-a constatat că 1 m^2 de muşchi de pământ - care în stare uscată cântăreşte 1 kg - după o ploaie abundentă are greutatea de 6 kg, de unde rezultă că un hectar acoperit cu muşchi de pământ poate reţine din scurgerea la suprafaţă circa 5 vagoane de apă (*Rădulescu A.*, 1978).

Vegetația lemnoasă joacă un rol mai complex și mai eficace în reducerea scurgerii și frânarea eroziunii. Retenția apei din precipitații pe coronamentul arborilor este, în general, mai mare decât a pajiștilor, datorită suprafeței mai mari ce o ocupă frunzele și ramurile arborilor, suprapuse pe mai multe planuri.

Debitul mic al scurgerii pe terenul acoperit cu pădure se mai datorează și litierei, care se comportă ca un burete - reținând un volum important de apă pe care apoi îl cedează treptat - precum și răspândirii uniforme a rădăcinilor până la adâncime mare, cauze care au ca efect sporirea infiltrației.

Plantele cultivate asigură solului pe terenurile arabile o protecție diferențiată împotriva eroziunii, în funcție de caracteristicile morfologice și tehnologice ale culturii, stadiul de creștere, durata perioadei de vegetație etc (fig. 16.6).

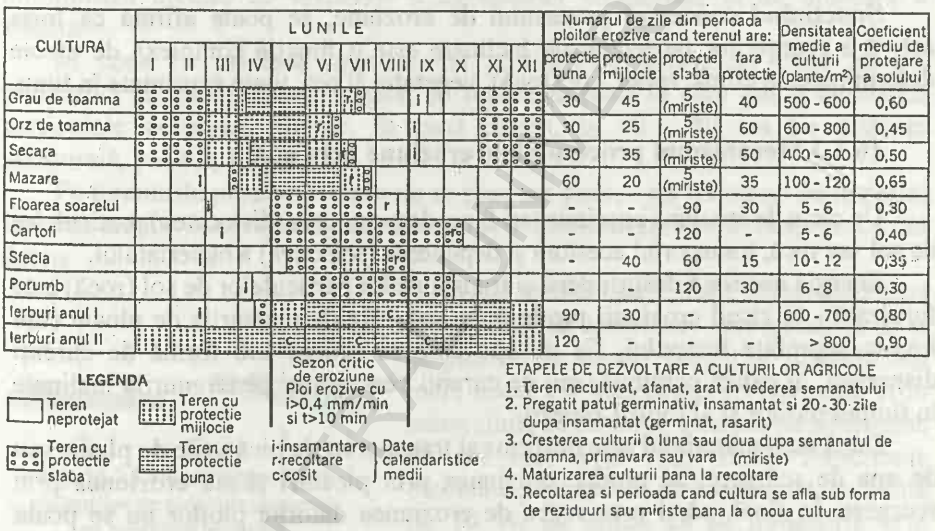


Fig. 16.6 Protecția terenurilor arabile în pantă de către principalele culturi agricole (după *Ionescu V.*, 1973)

Dintre plantele cultivate, unele, cum sunt: leguminoasele și gramineele perene din al doilea an de vegetație, oferă o foarte bună protecție solului - aproape tot atât de bună ca și a pajiștilor naturale bine încheiate - altele (cerealele păioase de toamnă, leguminoasele și gramineele perene în primul an de folosință, unele plante furajere anuale etc) sunt bune protectoare; cerealele păioase de primăvară, leguminoasele anuale și altele, asigură o protecție moderată iar cartoful, floarea soarelui, porumbul - și, în general, prășitoarele - protejează solul împotriva eroziunii într-o slabă măsură.

Activitatea umană (factorul antropic). Odată cu dezvoltarea societății, acțiunile omului în cadrul natural - la început izolate și neînsemnate - au crescut treptat astfel că în ultima vreme, intervenția antropică pe suprafețe relativ întinse a devenit determinantă în manifestarea procesului de eroziune, efectele sale depășind ca amploare și intensitate pe cele ale factorilor naturali ai eroziunii.

Activitatea omului este multilaterală, ea se răsfrânge asupra modalității de acțiune a celorlalți factori ai eroziunii, amplificând sau moderând influența lor. Prin dezvoltarea industrială și viața citadină, omul intervine nemijlocit asupra climei locale, prin lucrările agrotehnice omul mobilizează anual o imensă masă de sol, transformând radical condițiile de aerare, de regim hidric și termic, procesele biologice etc. Omul modifică peisajul geografic - cu consecințe multiple asupra regimurilor cursurilor de apă și topoclimatelor - modelează forme de relief, defrișează și împădurește mari suprafețe de teren etc.

Sintetizând conceptul procesului de eroziune, se poate afirma că forța activă a scurgerilor pe terenurile înclinate este o funcție complexă de efecte determinate de climă, relief, sol (rocă), vegetație și om, toate exprimate în timp.

16.1.3 Mecanismul procesului de eroziune prin apă

Un ciclu de eroziune cuprinde trei faze: desprinderea (dislocarea) particulelor de sol sau rocă, transportul acestora și depunerea (selectivă) a materialului.

Energia necesară desprinderii și transportului particulelor de sol (rocă) este furnizată - în cazul eroziunii produsă de apă - fie de picăturile de ploaie care lovesc suprafața terenului, fie de apa care se scurge sub formă de curenți dispersați, în pânză continuă, sau de curenți concentrați pe terenurile înclinate în timpul ploilor și al topirii zăpezii.

După cum materialul este desprins și transportat de picăturile de ploaie sau de apa de scurgere, se produc eroziunea prin picături și/sau eroziunea prin scurgere. În final, când este vorba de eroziunea datorită ploilor nu se poate separa precis, din punct de vedere cantitativ eroziunea prin împroșcare de eroziunea prin scurgere; la începutul procesului este mai intensă eroziunea prin picături iar mai târziu - când solul este acoperit cu un strat subțire, amortizor de apă - eroziunea prin scurgere devine preponderentă.

Eroziunea prin picături. Efectele principale ale impactului picăturilor de ploaie cu suprafața terenului sunt: sfărâmarea, împrăștierea (transportul prin aer) și amestecarea agregatelor de sol și a particulelor elementare.

Cantitatea și dimensiunile particulelor de material desprinse și deplasate de stropii picăturilor de ploaie depind de energia cinetică a picăturilor, de valoarea unghiului format de traiectoria picăturii cu planul suprafeței terenului în punctul de impact precum și de proprietățile solului și caracteristicile covorului vegetal care acoperă terenul.

Picăturile desprind cel mai uşor particulele de nisip fin; agregatele structurale hidrostabile şi particulele argiloase sunt desprinse mai greu din cauza coeziunii mai mari iar grăunţii de nisip grosier sunt împroşcaţi mai greu datorită greutăţii lor mai mari.

Pe solurile argiloase cu coeziunea ridicată, reacţia elastică a aerului din sol, în urma umezirii rapide a agregatelor de structură şi tensiunea capilară dezvoltă forţe capabile să desfacă agregatele structurale prin mici explozii şi să blocheze aerul în spaţiul lacunar al stratului superficial, fenomen datorită căruia pătrunderea apei în sol este stânjenită de la începutul ploii, chiar dacă umiditatea momentană a acestuia este redusă.

Picăturile de ploaie produc şi îndesarea solului prin care, de asemenea, se micşorează permeabilitatea.

Preluând o parte din energia picăturilor de ploaie, învelişul vegetal diminuează efectul de dispersie a agregatelor structurale şi de îndesare a solului.

În ceea ce priveşte împroşcarea particulelor solide de către stropii picăturilor de ploaie, s-a constatat că înălţimea până la care pot fi deplasate particulele desprinse ajunge, în mod curent, la 60 - 80 cm iar distanţa orizontală, până la 1,0 - 1,5 m.

Pe terenurile plan-orizontale nu se produce practic un transport de material întrucât are loc doar remanierea acestuia prin compensarea celui desprins cu cel depus.

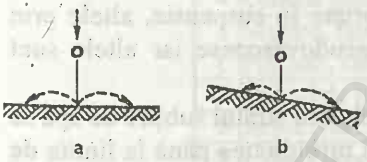


Fig. 16.7 Deplasarea stropilor picăturilor de ploaie la impactul cu suprafaţa terenului
a - teren orizontal; b - teren înclinat

Dacă terenul este înclinat, stropii-împreună cu particulele desprinse - proiectaţi în aval de punctul de impact, parcurg o distanţă mai mare decât cei împroşcaţi spre amonte şi în consecinţă, se produce transportul sistematic de sol spre aval (fig. 16.7). Experienţe efectuate pe un teren fără vegetaţie, cu panta de 10 %, au arătat că se transportă prin picături în aval, de trei ori mai mult material decât în amonte.

Eroziunea prin scurgere. Pe terenurile înclinate, apa care nu se infiltrează în sol - la producerea ploii sau la topirea zăpezii - se scurge la suprafaţă. Scurgerea nu începe odată cu ploaia sau în momentul în care începe să se topească zăpada ci atunci când intensitatea ploii sau viteza de topire a zăpezii depăşesc viteza de infiltraţie şi capacitatea de reţinere a apei de către microdepresiunile de pe suprafaţa terenului. Observaţiile efectuate pe parcele de scurgere la Câmpia Turzii - judeţul Cluj, Perieni - judeţul Vaslui şi Roma - judeţul Botoşani au evidenţiat că scurgerea se produce, de regulă, la ploi mai mari de 10 mm în cazul plantelor de cultură prăşitoare şi de 15 - 20 mm când suprafaţa este ocupată cu cereale păioase sau cu ierburi.

Dacă terenul este acoperit cu vegetaţie, picăturile de ploaie sunt interceptate înainte de a atinge solul de părţile aeriene ale plantelor. O parte din apă este reţinută de masa vegetală supraterană iar restul - sub formă de picături de diverse dimensiuni - cade pe suprafaţa terenului, fiind absorbită cu intensitatea ce depinde de însuşirile şi starea de umiditate momentană a solului. Concomitent, agregatele structurale sunt dispersate în agregate de dimensiune mai mică sau în particule elementare care stingheresc progresiv infiltraţia. La un moment dat, intensitatea ploii depăşeşte viteza de infiltraţie şi astfel, o parte din apă - având o oarecare turbiditate - rămâne la suprafaţa terenului, umplând microdepresiunile.

Între timp, procesul de dispersare a agregatelor structurale continuă iar particulele fine se concentrează în microdepresiuni, în cantitate din ce în ce mai mare, opunându-se tot mai mult procesului de infiltraţie.

Când microdepresiunile se umplu cu amestecul de apă şi particulele solide, începe joncţiunea acestui amestec pe anumite porţiuni mai joase iar surplusul care depăşeşte capacitatea de reţinere a microdepresiunilor se scurge pe traseele depresionare sub formă de şiroaie din ce în ce mai mari sau în pânză continuă, rezultată prin unirea şiroaielor.

Atunci când amestecul - având o pseudovâscozitate oarecare, determinată de gradul de încărcare a volumului de apă cu substanţă solidă - capătă viteza minimă de antrenare, particulele dispersate aflate în microdepresiuni şi agregatele de structură mici sunt deplasate în sensul scurgerii. Cea mai mare parte dintre particule (circa 90 %) sunt transportate în suspensie, altele prin târâre datorită curenţilor orizontali ai masei pseudovâscoase iar altele sunt deplasate în salturi de către curenţii turbionari.

În prima parte a traseului de scurgere, şiroaiele sau stratul subţire de apă se încarcă progresiv cu material solid, majorându-şi turbiditatea până la limita de saturaţie, când se atinge echilibrul dinamic. În acest stadiu, concentraţia curentului este aproximativ egală cu saturarea stabilizată după care, creşterea concentraţiei peste limita de saturare, corespunzătoare capacităţii de transport, determină - în măsura diminuării energiei cinetice a curentului (micşorarea debitului, reducerea pantei, obstacole etc) - descărcarea selectivă a scurgerii de materialul solid transportat.

Au fost elaborate diverse relaţii empirice care, pe lângă încercările de explicare a mecanismului procesului eroziunii pe versante, abordează şi problematica estimării cantitative a eroziunii. Cea mai folosită este formula universală a eroziunii (adaptată pentru România de *Moţoc M.*, după *Wischmeyer*, 1960):

$$E = K \cdot S \cdot C \cdot C_s \cdot L^{0,3}\left(1,36 + 0,97 \cdot i + 0,138 \cdot i^2\right) \qquad (16.4)$$

în care:

E este eroziunea medie anuală, în t/ha· an;
K - coeficientul de agresivitate pluvială (fig. 16.4);
S - coeficientul pentru erodabilitatea solului (tab. 16.4);
C - coeficientul de influenţă a vegetaţiei (tab. 16.7);
C_s - coeficientul de influenţă a sistemului de cultivare folosit (tab. 16.8);
L - lungimea versantului, în m;
i - panta medie a versantului, în %.

În cazul în care intensitatea sau durata ploii se măresc, şiroaiele care împânzesc suprafaţa terenului se unesc în şuvoaie puternice cu viteză şi debit din ce în ce mai mari. Aceste şuvoaie se formează pe traseele depresionare naturale de pe versant sau pe drumuri, cărări, brazde etc. Concentrarea în şuvoaie foarte mari se produce adesea foarte repede, într-o singură primăvară la topirea zăpezii sau chiar numai în timpul unei singure ploi torenţiale.

Tabelul 16.7

Valorile factorului (C) privind influenţa culturilor

Nr. crt.	Natura vegetaţiei (cultura)	C
1	Ogor negru cu rigole şi şiroiri	1,20
2	Ogor negru	1,00
3	Cereale păioase de toamnă	0,15
4	Cereale păioase de primăvară	0,20
5	Mazăre, fasole	0,30
6	Porumb, cartofi, sfeclă, floarea soarelui	0,70
7	Culturi de protecţie	0,25
8	Ierburi perene, anul I	0,10
9	Ierburi perene, anul II	0,05
10	Pajişti puternic degradate	0,80
11	Pajişti moderat degradate	0,30
12	Pajişti bine încheiate	0,05
13	Livezi pe terenuri degradate	0,70
14	Livezi pe curba de nivel	0,50
15	Vii din deal în vale	0,75
16	Vii pe curba de nivel	0,30
17	Pădure pe terenuri degradate	0,25
18	Pădure încheiată	0,02

Energia cinetică şi turbiditatea şuvoaielor rezultate din micile şiroaie sunt mult mai mari decât în cazul scurgerii dispersate de suprafaţă şi ca urmare, eroziunea se produce pe liniile de concentrare cu vigoare sporită, generând rigole, ogaşe şi chiar ravene.

Tabelul 16.8

Valoarea factorului de corecție (C_s) în funcție de măsurile și lucrările antierozionale, diferențiate pe grupe de pantă

Nr. crt.	Sistemul de cultivare	Panta versantului (%)					
		0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	> 25
		C_s					
1	Culturi anuale din deal în vale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	Culturi anuale pe curba de nivel	0,50	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85
3	Culturi în fâșii	-	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
4	Culturi cu benzi înierbate	-	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45
5	Culturi cu canale și/sau valuri	-	-	0,18	0,21	0,24	0,25
6	Culturi cu terase - banchetă	-	-	0,15	0,18	0,21	0,25
7	Culturi cu terase - trepte	-	-	0,05	0,08	0,10	0,15

Și în cazul scurgerii concentrate materialul erodat și transportat este depus la diferite distanțe, în ordinea descrescândă a mărimii particulelor, proporțional cu volumul, densitatea și forma fiecăreia.

16.1.4 Consecințele procesului de eroziune

Se estimează că eroziunea totală în țara noastră reprezintă circa 126 milioane tone/an din care, aproximativ 44,6 milioane tone de aluviuni sunt transportate pe rețeaua hidrografică, rezultând un coeficient mediu de efluență aluvionară de 0,35 (*Moțoc M.*, 1984).

Diferențierea eroziunii și efluenței aluvionare pe forme de eroziune, zone naturale și folosințe ale terenului se prezintă în tabelul 16.9.

Din datele cuprinse în tabelul 16.9 rezultă că la eroziunea totală, eroziunea de suprafață contribuie în proporție de 49,0 % iar dintre folosințe, pășunile plătesc cel mai mare tribut anual procesului de eroziune (45 milioane tone). Cea mai mare efluență aluvionară este generată de eroziunea în adâncime (13,8 milioane tone) căreia îi corespunde un coeficient mediu de efluență de 0,46.

Consecința principală a procesului de eroziune este modificarea însușirilor solului. Eroziunea afectează atât proprietățile fizice cât și pe cele chimice și biologice ale solului.

Dintre proprietățile fizice, structura suferă transformările cele mai importante mai ales în ce privește stabilitatea hidrică a agregatelor, care se reduce cu atât mai mult cu cât solurile sunt mai puternic erodate. După *Moțoc M.*, pe solurile de tip cernoziomic foarte puternic erodate din Transilvania, stabilitatea agregatelor structurale la picături (metoda *Vilenski*) se micșorează față de solurile neerodate de peste 6 ori iar coeficientul de dispersie se mărește de aproape 5 ori.

Tabelul 16.9

Eroziunea totală şi efluenţa aluvionară pe forme de eroziune, zone administrative şi folosinţe ale terenului în România (după *Moţoc M.*, 1984)

Forma de eroziune şi folosinţa terenului	Eroziunea totală		Efluenţa aluvionară		
	mil. tone	%	mil. tone	%	coef. de efluenţă
Transilvania de centru şi zona de vest					
Eroziunea de suprafaţă	25,50	58,0	3,10	34,4	0,12
Eroziunea în adâncime	7,80	18,0	2,30	26,3	0,30
Alunecările de teren	4,70	10,8	1,10	12,1	0,23
Eroziunea în adâncime şi alunecările în fondul forestier	1,70	3,9	0,40	4,6	0,24
Eroziunea malurilor râurilor	4,00	9,3	2,00	22,5	0,50
Total	43,70	100,0	8,90	100,0	0,20
Oltenia, Muntenia, Transilvania de est, Moldova					
Eroziunea de suprafaţă	34,3	43,3	12,0	35,2	0,35
Eroziunea în adâncime	21,4	27,0	11,1	32,4	0,52
Alunecările de teren	10,3	13,0	4,1	12,0	0,40
Eroziunea în adâncime şi alunecările în fondul forestier	5,0	6,3	2,2	6,4	0,44
Eroziunea malurilor râurilor	8,4	10,4	4,8	14,0	0,58
Total	79,5	100,0	34,2	100,0	0,45
Dobrogea					
Eroziunea de suprafaţă	1,94	69,8	1,04	67,0	0,54
Eroziunea în adâncime	0,56	20,2	0,34	22,0	0,60
Alunecările de teren	-	-	-	-	-
Eroziunea în adâncime şi alunecările în fondul forestier	0,15	5,4	0,09	6,0	0,58
Eroziunea malurilor râurilor	0,13	4,6	0,08	5,0	0,60
Total	2,78	100,0	1,55	100,0	0,56
Total în România					
Eroziunea de suprafaţă	61,8	49,0	16,1	36,2	0,26
Eroziunea în adâncime	29,8	23,6	13,8	31,0	0,46
Alunecările de teren	15,0	12,0	5,2	11,6	0,35
Eroziunea în adâncime şi alunecările în fondul forestier	6,8	5,4	2,7	5,9	0,40
Eroziunea malurilor râurilor	12,6	10,0	6,8	15,3	0,54
Total	126,0	100,0	44,6	100,0	0,35
Total în România pe categorii de folosinţă şi forme de eroziune					
Arabil	28,0	23,3	7,9	17,7	0,28
Pajişti	45,0	35,7	12,3	27,6	0,27
Plantaţii pomicole	2,1	1,7	0,6	1,4	0,29
Plantaţii viticole	1,7	1,2	0,5	1,1	0,28
Eroziunea în adâncime	29,8	23,6	13,8	31,0	0,46
Total fond agricol	106,6	84,5	34,2	78,8	0,32
Fond forestier (eroziunea în adâncime şi alunecări)	6,8	5,4	2,7	5,9	0,40
Eroziunea malurilor râurilor	12,6	10,6	6,8	15,3	0,54
Total	126,0	100,0	44,6	100,0	0,35

Eroziunea provoacă modificarea texturii orizontului arabil deoarece prin acest proces sunt dislocate şi transportate, cu precădere, particulele fine ale fazei solide a solului. Textura nu se schimbă numai datorită trierii materialului ci şi pentru că prin eroziune ajung la suprafaţă orizonturile inferioare care au, de cele mai multe ori, alcătuirea granulometrică diferită şi mai puţin favorabilă plantelor decât cea a orizontului cu humus.

Cercetările efectuate la S.C.C.C.E.S. Perieni evidenţiază faptul că în cazul unei stări avansate de eroziune, conţinutul de argilă în stratul de la suprafaţă (0 - 20 cm adâncime) se reduce faţă de solul neerodat, în medie cu 17 % la cernoziomul cambic, 34 % la solul brun eumezobazic şi cu 28 % la solul cenuşiu închis iar valorile densităţii aparente cresc cu 7 % până la 30 %.

Urmarea firească a degradării structurii, a modificării texturii şi densităţii aparente în orizontul de la suprafaţă şi în general pe toată grosimea profilului, este schimbarea relaţiilor solului cu apa.

Obişnuit, pe măsură ce eroziunea avansează, cantitatea de apă accesibilă plantelor se micşorează. S-a constatat, de exemplu, că la cernoziomul cambic puternic erodat din Podişul Bârladului, capacitatea de apă utilă, pe adâncimea 0 - 100 cm, s-a redus cu circa 800 m^3/ha, reprezentând 40 % din capacitatea solului neerodat (*Popa A.* şi colab., 1984).

Prin pedogeneză se acumulează în orizontul de la suprafaţă al solului, humusul şi azotul; fosforul se concentrează într-o mai mică măsură în orizontul superior iar potasiul rămâne aproape uniform pe întreg profilul. Eroziunea determină reducerea rapidă a conţinutului solului în humus şi azot; conţinutul în fosfor este moderat diminuat iar procentul de potasiu rămâne aproape constant. Se poate estima că prin spălarea unui strat de 1 cm din orizontul superior al unui sol de tipul cernoziomului se pierd circa 150 de tone, în care se cuprind 6 tone de humus, 210 kg azot, 12 kg fosfor şi 25 kg potasiu accesibil. Pentru compensarea acestor elemente nutritive prin administrarea de îngrăşăminte chimice este necesar un consum energetic echivalent cu 400 kg petrol brut/ha.

Conţinutul solului în substanţe nutritive asimilabile scade, nu numai prin îndepărtarea stratului de la suprafaţă datorită scurgerii ci şi pentru că odată cu înrăutăţirea proprietăţilor fizico-chimice se diminuează şi activitatea microorganismelor în sol.

Înrăutăţirea caracteristicilor fizice, chimice şi biologice ale solurilor erodate reprezintă, de fapt, diminuarea fertilităţii acestora.

Măsura în care eroziunea influenţează fertilitatea solului se reflectă în producţiile care se obţin pe terenurile erodate. Sinteza numeroaselor cercetări şi observaţii efectuate în ţara noastră arată că pierderile de recoltă pricinuite de eroziune - în funcţie de intensitatea acestui proces - sunt de circa 10 % pe terenurile slab erodate, de peste 25 % pe cele cu eroziune moderată şi puternică şi mai mari de 50 % pe suprafeţele foarte puternic erodate şi cu eroziunea excesivă.

Aducerea la suprafață prin eroziunea orizonturilor inferioare - de regulă mai compacte - determină, între altele, majorarea consumului de energie pentru efectuarea lucrărilor solului şi uzura prematură a agregatelor de maşini iar prezența ogaşelor şi a ravenelor generează dificultăți privind lucrările agrotehnice pe suprafața dintre aceste forme ale eroziunii în adâncime şi grevează semnificativ transportul recoltei.

Solurile erodate, fiind mai uscate şi mai puțin fertile, asigură condiții precare pentru dezvoltarea unui covor vegetal capabil să intercepteze şi să rețină apa precipitațiilor şi astfel, la producerea ploilor mari, rețeaua hidrografică este abundent alimentată de scurgerile cu turbiditatea ridicată, contribuindu-se în acest mod la producerea inundațiilor, la colmatarea terenurilor agricole joase, a lacurilor de acumulare, căilor de comunicație etc.

Aportul de substanțe chimice (îngrăşăminte, pesticide) în cantitate din ce în ce mai mare pe suprafețele cultivate este un atribut al tehnologiilor agricole moderne. Prin eroziune, o bună parte din aceste substanțe ajung în apa râurilor şi lacurilor sau sunt depuse în zone depresionare, poluând mediul înconjurător. De aceea, controlul procesului de eroziune reprezintă şi un mijloc important de protecție a mediului ambiant.

16.1.5 Clasificarea măsurilor şi lucrărilor antierozionale

Reuşita în acțiunile de conservare şi ameliorare a solurilor de pe versante este asigurată dacă se intervine simultan asupra cât mai multor factori care influențează eroziunea şi se realizează aplicarea în complex a măsurilor şi lucrărilor antierozionale. Pe de altă parte, măsurile şi lucrările antierozionale au eficacitatea maximă dacă sunt aplicate diferențiat, pe unități naturale (bazine hidrografice sau cel puțin versante) şi nu pe suprafața izolată a unor tarlale, proprietăți sau unități administrative.

Prevenirea şi combaterea eroziunii solului se realizează prin acțiuni care pot fi grupate după diverse criterii.

După efectul asupra procesului de eroziune se disting: lucrări cu caracter preventiv şi lucrări de ameliorare şi punere în valoare a terenurilor erodate.

Forma de eroziune diferențiază: lucrări de prevenire şi combatere a eroziunii de suprafață şi lucrări pentru combaterea eroziunii în adâncime.

Dacă se consideră *natura lucrărilor antierozionale*, se deosebesc: măsuri şi lucrări organizatorice, lucrări simple (agrofitotehnice), lucrări silvice şi lucrări speciale de amenajare antierozională.

Avându-se în vedere *folosința terenului amenajat* se diferențiază: lucrări pentru prevenirea şi combaterea eroziunii pe terenurile arabile, lucrări în plantațiile viticole, în livezi şi pe păşuni.

16.1.6 Realizări ale S.C.C.C.E.S. Perieni în prevenirea şi combaterea eroziunii solului

Situată în Podişul Bârladului, subdiviziunea Colinele Tutovei, Staţiunea Perieni - judeţul Vaslui - a luat fiinţă în anul 1956 pentru a cerceta şi stabili cele mai eficiente măsuri şi lucrări de prevenire şi combatere a eroziunii în vederea ameliorării fertilităţii solurilor şi sporirii producţiei agricole pe terenurile erodate.

În anul 1970 Unitatea a obţinut statutul de *Staţiune Centrală de Cercetări pentru Combaterea Eroziunii Solului* şi a devenit titulara pe ţară a Programului de cercetare privind combaterea eroziunii solului, cu puncte experimentale şi unităţi pilot în toate zonele cu teren agricol în pantă.

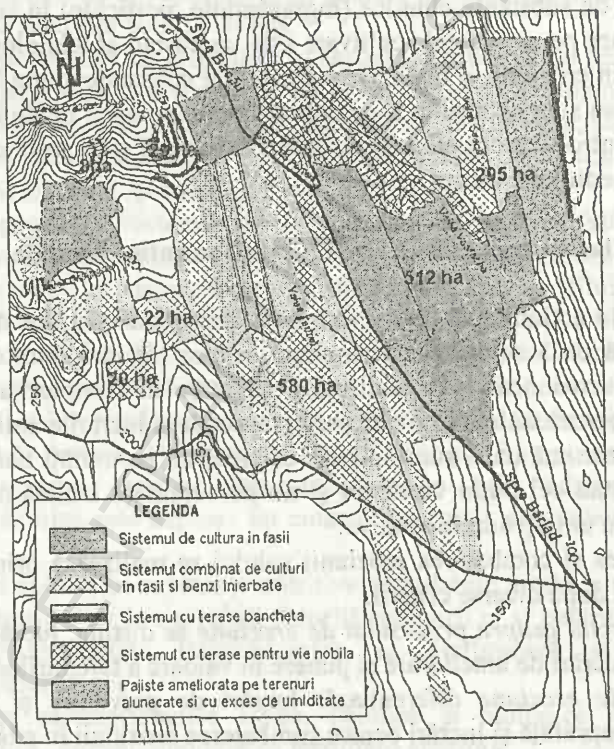


Fig. 16.8 Sisteme antierozionale de cultivare aplicate pe teritoriul S.C.C.C.E.S Perieni

Rezultatele cercetărilor ştiinţifice efectuate în aproape jumătate de secol de activitate a Staţiunii constituie un aport însemnat la stabilirea sezonului critic de eroziune în Podişul Central Moldovenesc, la determinarea şi estimarea influenţei reciproce a parametrilor factorilor de eroziune, pentru precizarea şi

dimensionarea corectă a structurii modului de folosinţă pe terenurile înclinate şi a lucrărilor antierozionale adecvate realizării unui control riguros asupra scurgerii pe versante.

Pe baza cercetărilor efectuate pentru cunoaşterea însuşirilor fizico-chimice şi biologice ale solurilor erodate, a structurii, amplasamentului şi rotaţiei culturilor precum şi în urma numeroaselor experienţe cu îngrăşăminte şi lucrările solului pe terenurile înclinate, S.C.C.C.E.S. Perieni a contribuit fundamental la stabilirea, aplicarea şi generalizarea soluţiilor tehnice şi biologice de diminuare a eroziunii hidrice, îmbunătăţirea şi conservarea fertilităţii solurilor erodate şi implicit, la creşterea producţiei agricole.

Aplicarea pe teritoriul Staţiunii a complexului de măsuri şi lucrări antierozionale a permis restructurarea sistematică a modului de folosinţă a terenului, concomitent cu perfecţionarea organizării antierozionale a terenului.

Sortimentul de plante cultivate pe terenul arabil s-a modificat în concordanţă cu recomandările sectorului de cercetare ştiinţifică, realizându-se cu fiecare an o structură tot mai echilibrată care asigură solului o bună protecţie.

Pe întreaga suprafaţă arabilă a Staţiunii Perieni se aplică sistemele antierozionale de cultivare (fig. 16.8).

Efectul principal al complexului de măsuri şi lucrări organizatorice, agrofitotehnice şi hidrotehnice aplicate pe teritoriul S.C.C.C.E.S. Perieni - urmare a recomandărilor sectorului de cercetare ştiinţifică al Staţiunii - constă în creşterea însemnată a producţiilor agricole şi realizarea unui control eficace al scurgerii pe versante.

16.2 Prevenirea şi combaterea eroziunii solului pe terenurile arabile

Obţinerea producţiilor agricole mari pe terenurile arabile depinde de folosirea soiurilor şi hibrizilor cu înaltă productivitate, de fertilizarea naturală şi conservarea solului, combaterea bolilor şi dăunătorilor plantelor de cultură, creşterea gradului de mecanizare a lucrărilor etc, concomitent cu aplicarea diferenţiată a lucrărilor de îmbunătăţiri funciare.

Între lucrările de îmbunătăţiri funciare, pe terenurile arabile în pantă cele mai importante sunt cele pentru prevenirea şi combaterea eroziunii solului.

În România, problema prevenirii şi combaterii eroziunii solului pe terenurile arabile este de interes deosebit întrucât aproximativ 2,6 milioane hectare reprezentând 26 % din suprafaţa arabilă totală sunt terenuri cu panta mai mare de 5 % (*I.G.F.C.O.T.*, 1983).

Cele mai mari suprafeţe arabile situate în pantă deţin judeţele Botoşani, Cluj, Iaşi, Mureş, Sălaj şi Vaslui, unde terenurile arabile cu panta mai mare de 5 % sunt cuprinse între 213,6 mii hectare (Botoşani) şi 105,3 mii hectare (Sălaj).

Pe terenurile înclinate pe care există condiţii potenţiale de intensificare a eroziunii, primul obiectiv al activităţii antierozionale este reducerea pierderilor de sol anuale până la valorile care să poată fi compensate prin procesul natural de refacere a solului. Aceste pierderi - exprimate în m^3/ha· an sau în t/ha· an - care au fost denumite *pierderi admisibile* sau *eroziune admisibilă*, diferă de la un sol la altul, corespunzător proprietăţilor solului şi condiţiilor de pedogeneză (tab. 16.10). Valorile mai mari ale pierderilor de sol admisibile propuse de diverşi autori (v. tab. 16.10) corespund solurilor lutoase, profunde, permeabile, bine structurate şi drenate.

Tabelul 16.10

Pierderile de sol admisibile pe terenurile arabile, în t/ha· an, după diverşi autori

Autorul	Pierderea de sol admisibilă
Thompson, L. M.	1,2 - 14,4
Whatt şi Miller	5,0 - 10,0
Wischmeyer, W. H.	7,0 - 11,0
Browning - pentru statul Iowa	5,0 - 15,0
Hays şi Clark - pentru Wissconsin	7,0
Moţoc, M. - pentru România	2,0 - 8,0
Trăşculescu, F. I. - pentru b. h. Chineja	8,0
Mihaiu, Gh. şi Ionescu, V. - pentru b. h. Slănic - Buzău	6,0 - 9,0

Pentru terenurile arabile din ţara noastră cu soluri mijlocii, eroziunea admisibilă anuală se consideră de 6 t/ha· an.

Diminuarea pierderilor anuale de sol favorizează conservarea elementelor nutritive şi reţinerea apei din precipitaţii, îmbunătăţindu-se astfel fertilitatea solurilor pe terenurile înclinate.

Ridicarea fertilităţii solurilor supuse eroziunii, coroborată cu alegerea judicioasă şi întreţinerea raţională a plantelor de cultură duce la creşterea producţiei agricole, problema fundamentală a agriculturii. Desigur, aplicarea măsurilor şi lucrărilor de prevenire şi combatere a eroziunii solului trebuie să satisfacă şi cerinţele organizării terenului şi să permită executarea mecanizată a lucrărilor agricole pentru a se realiza un cost de producţie cât mai mic pe unitatea de produs.

În complexul de măsuri şi lucrări antierozionale care se aplică pe terenurile arabile în pantă fac parte:

- ✓ organizarea terenului (v. 6.2, 6.3);
- ✓ lucrările antierozionale simple (agrofitotehnice);
- ✓ lucrările speciale de amenajare a versantelor.

BCU "LUCIAN BLAGA" UNIVERSITY LIBRARY

16.2.1 Lucrări antierozionale simple (agrofitotehnice)

Între mijloacele importante şi necostisitoare prin care se poate acţiona pe terenurile arabile înclinate pentru încadrarea procesului de eroziune în limite admisibile fac parte: structura şi rotaţia culturilor, modul de amplasare a plantelor cultivate pe versant, lucrările de mobilizare a solului şi fertilizarea solului.

Structura culturilor sau sortimentul de plante cultivate pe suprafeţele arabile în pantă trebuie să răspundă câtorva cerinţe importante şi anume:

- ✓ reducerea pierderilor anuale de sol sub valoarea admisibilă (în medie 6 t/ha· an);
- ✓ realizarea condiţiilor pentru rotaţia raţională a platelor cultivate;
- ✓ asigurarea posibilităţilor pentru executarea mecanizată a lucrărilor agricole;
- ✓ obţinerea de recolte mari la un preţ de producţie cât mai mic.

În funcţie de natura, desimea, volumul masei vegetale în perioada ploilor erozive şi tehnologia plantei cultivate, pierderile de sol se diferenţiază mult (tab. 16.11).

Tabelul 16.11

Pierderile medii de sol (t/ha· an) în Podişul Central Moldovenesc la diferite grupe de plante cultivate (după *Popa A.* şi colab., 1984)

Nr. crt.	Grupa de plante cultivate	Gradul de acoperire a terenului (%)	Panta terenului			
			16 %		24 %	
			Pierderi de sol	%	Pierderi de sol	%
1	Foarte bune protectoare	> 75	0,5	1,5	1,2	1,5
2	Bune protectoare	50 - 75	4,0	12,3	10,0	13,7
3	Mediu protectoare	25 - 50	7,0	27,5	14,0	19,3
4	Slab protectoare	< 25	32,5	100	72,5	100

După *Moţoc M.*, valoarea relativă a pierderilor de sol prin eroziune este cuprinsă între 0,14 - 100 (tab. 16.12).

Rezultă că pe terenurile arabile înclinate trebuie să se cultive combinaţii diferite de plante astfel ca eroziunea să nu depăşească limita admisă. Cercetări efectuate în condiţii variate au permis să se stabilească proporţia optimă a prăşitoarelor în structura culturilor pentru ca pierderile de sol prin eroziune să rămână acceptabile. Astfel, pe un teren arabil cu panta de 10 - 12 % şi solul luto-argilos din nordul Câmpiei Moldovei, pierderile anuale de sol (media pe 8 ani) s-au menţinut sub 6 t/ha, la participarea prăşitoarelor în sortimentul plantelor cultivate de cel mult 62 % (*Savu P., Tomiţă O.*, 1986).

O sinteză privind procentul de participare a plantelor de cultură pe versante care să asigure protecţia împotriva eroziunii - în funcţie de pantă şi lungimea de scurgere se prezintă în tabelul 16.13.

Tabelul 16.12

Valorile relative ale pierderilor anuale de sol prin eroziune în raport cu plantele cultivate (după *Moţoc M.*)

Nr. crt.	Planta cultivată	Valoarea relativă a pierderilor anuale de sol prin eroziune
1	Porumb în monocultură	100
2	Porumb în asolament	80
3	Cartof şi sfeclă	60
4	Mazăre şi fasole	30
5	Cereale păioase de primăvară	20
6	Cereale păioase de toamnă	14
7	Ierburi perene din al II-lea an de cultivare	0,14

Pe de altă parte, în structura culturilor trebuie să predomine plantele care valorifică bine condiţiile de microclimă şi sol specifice zonelor colinare. S-a constatat că porumbul, cerealele păioase, unele leguminoase ş. a. asigură, în condiţii medii de relief şi eroziune, producţii superioare în raport cu alte plante, la majorarea costurilor de producţie cu numai 8 - 10 %, comparativ cu cheltuielile necesare pe suprafeţele plan-orizontale.

Tabelul 16.13

Structura culturilor pe versante pentru protecţia împotriva eroziunii, în funcţie de pantă şi lungimea de scurgere (după *Ionescu V.*)

Grupa de pantă (%)	Lungimea de scurgere (m)	Participarea plantelor de cultură (%)				Restricţia
		Prăşitoare	Cereale păioase	Legumi-noase	Ierburi perene	
< 5	< 400	100	-	-	-	Fără restricţie
	400 - 600	80	20	-	-	
	> 600	80	10	10	-	
5 - 10	< 400	80	20		-	Uşoară
	400 - 600	70	20	-10	-	
	> 600	70	10	10	10	
10 - 15	< 300	70	10	10	10	Mijlocie
	300 - 500	60	20	10	10	
	> 500	50	10	20	20	
15 - 20	< 300	40	30	10	20	Mare
	300 - 400	30	20	20	30	
	> 400	20	10	30	40	
> 20	< 200	-	40	30	30	Foarte mare
	200 - 300	-	30	30	40	
	> 300	-	20	30	50	

BCU IAŞI CENTRUL DE INVESTIGAŢII LIBRARY

Cerinţele agrotehnicii antierozionale impun executarea tuturor lucrărilor solului pe direcţia curbelor de nivel. Experienţa a dovedit că până la panta de 14 - 16 % se pot executa aceste lucrări satisfăcător cu sistema de maşini folosită pe terenurile orizontale dar, la valori mai mari ale pantei este necesară o sistemă de maşini adecvată, în special pentru lucrările de întreţinere la prăşitoare şi pentru recoltare. Rezultă că pe terenurile puternic înclinate, cultivarea prăşitoarelor devine restrictivă şi datorită condiţiilor precare de mecanizare a lucrărilor.

Se apreciază că rotaţia raţională a plantelor de cultură pe versante determină reducerea pierderilor de sol de cel puţin două ori, în comparaţie cu monocultura. Realizarea rotaţiilor raţionale este posibilă pe terenurile cu panta mai mică de 14 - 16 %, folosind aceleaşi tipuri de asolamente ca şi pe terenurile plan-orizontale. Pe suprafeţele cu panta de la 14 - 16 % la 24 - 25 % este necesar ca o parte dintre prăşitoare să fie înlocuite cu leguminoase pentru boabe sau cu plante tehnice iar pe terenurile arabile cu panta mai mare de 25 % şi soluri cu erodabilitatea mare trebuie aplicate asolamente speciale de protecţie, în care să se cuprindă cereale păioase, leguminoase, plante textile şi furajere şi un procent cât mai ridicat de graminee şi leguminoase perene pentru fân.

Amplasarea plantelor de cultură pe versante. Pentru ca pierderile de sol, apă şi substanţe nutritive să fie neglijabile, alegerea sortimentului corespunzător de plante care urmează să fie cultivate pe terenurile arabile înclinate şi încadrarea acestora în rotaţii raţionale trebuie asociate cu sisteme speciale de amplasare a plantelor de cultură pe versante.

Cele mai folosite sisteme antierozionale de cultivare sunt sistemul de cultivare în fâşii şi sistemul de cultivare cu benzi înierbate. De fapt şi cultivarea pe întreaga suprafaţă a versantelor cu panta mică ($i < 5 - 6$ %) a unei singure plante, având rândurile pe direcţia curbelor de nivel, constituie un sistem antierozional deoarece, comparativ cu amplasarea rândurilor pe linia de cea mai mare pantă, orientarea acestora paralel sau cu mici abateri ($< 2 - 4$ %) faţă de curbele de nivel şi deci executarea tuturor lucrărilor agrotehnice pe aceeaşi direcţie, determină reducerea semnificativă a scurgerii şi eroziunii. Eficacitatea antierozională se diminuează însă pe măsură ce panta creşte (tab. 16.14) devenind necesar alt mod de amplasare a plantelor de cultură.

Tabelul 16.14

Eficacitatea antierozională a lucrărilor pe direcţia curbelor de nivel, în valori relative (după *Serviciul de conservare a solului S.U.A.*)

Panta terenului (%)	Valoarea relativă a pierderilor de sol prin eroziune
3 - 7	1,0
7 - 12	1,2
12 - 18	1,6
18 - 24	1,8

Sistemul de cultivare în fâşii (fig. 16.9) reprezintă un mijloc simplu, eficace şi convenabil de combatere a eroziunii solului pe terenurile arabile cu panta mai mare de 5 - 6 % şi constă în cultivarea pe versant, paralel cu curbele de nivel, a unor fâşii de teren cu plante prăşitoare, în alternanţă cu fâşii pe care se seamănă plante bune protectoare (cereale păioase de toamnă, leguminoase anuale ş. a.). În felul acesta, energia cinetică a şiroaielor care se formează pe lăţimea fâşiilor cu prăşitoare este disipată în spaţiul din aval, ocupat cu plante de cultură semănate în rânduri dese.

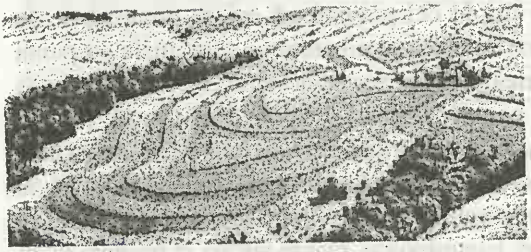


Fig. 16.9 Sistemul de cultivare în fâşii

Controlul scurgerii de suprafaţă şi diminuarea intensităţii eroziunii depind de lăţimea fâşiilor cultivate, iar aceasta - la rândul său - de pantă, erodabilitatea solului, agresivitatea pluvială etc. Stabilirea valorilor orientative ale lăţimii fâşiilor se poate face folosind relaţii empirice elaborate, fie după criteriul vitezei critice de eroziune, fie după cel al eroziunii anuale medii admisibile. Cele mai folosite sunt formulele prin care se calculează lăţimea fâşiilor pe baza criteriului eroziunii maxim admisibile.

Considerând eroziunea admisibilă de 6 t/ha· an, se poate determina lăţimea fâşiilor cultivate, din formula universală a eroziunii.

$$L^{0,3} = \frac{6}{K \cdot S \cdot C \cdot C_s (1,36 + 0,97 \cdot i + 0,138 \cdot i^2)} \qquad (16.5)$$

în care:

L este lăţimea fâşiei, în m;
K - coeficientul de agresivitate pluvială (fig. 16.4);
S - coeficientul pentru erodabilitatea solului (tab. 16.4);
C - coeficientul privind influenţa vegetaţiei (tab. 16.7);
C_s - coeficientul privind influenţa sistemului de cultivare folosit (16.8);
i - panta medie a versantului, în %.

În funcţie de valoarea pantei şi erodabilitatea solului, *Stănescu P.* recomandă pentru calculul lăţimii fâşiilor relaţiile:

- ✓ pentru solul cu erodabilitatea mică $L = 10^{(2,22-0,03 \cdot i)}$
- ✓ pentru solul cu erodabilitatea mijlocie $L = 10^{(2,15-0,03 \cdot i)}$ (16.6)
- ✓ pentru solul cu erodabilitatea mare $L = 10^{(2,05-0,03 \cdot i)}$

în care:

BCU IAŞI / CENTRALA UNIVERSITARĂ

L este lățimea fâșiei, în m;

i - panta medie a versantului, în %.

Calculând lățimea fâșiilor după relațiile (16.6) rezultă valorile din tabelul 16.15.

Tabelul 16.15

Valorile orientative ale lățimii fâșiilor cultivate (m)
în funcție de pantă și rezistența solului la eroziune

Nr. crt.	Panta (%)	Lățimea fâșiilor pentru soluri cu erodabilitate:		
		mică	mijlocie	mare
1	5 - 10	117 - 83	100 - 71	79 - 56
2	11 - 15	78 - 59	66 - 50	52 - 40
3	16 - 25	55 - 30	47 - 25	37 - 20

Rezultatele cercetărilor efectuate la S.C.C.C.E.S. Perieni evidențiază faptul că indiferent de mărimea pantei, eroziunea solului se reduce de 2 - 8 ori în cazul aplicării sistemului de cultivare în fâșii, comparativ cu situația ocupării versantului numai cu porumb (tab. 16.16).

Tabelul 16.16

Influența sistemului de cultivare în fâșii asupra eroziunii solului,
valori medii pe 5 ani (după datele S.C.C.C.E.S. Perieni)

Panta (%)	Planta de cultură și lățimea fâșiei (m)	Sol erodat		Panta (%)	Planta de cultură și lățimea fâșiei (m)	Sol erodat	
		t/ha	%			t/ha	%
12	Grâu + porumb 4 x 40	25,9	28,6	14-16	Grâu + porumb 60	35,9	69,1
	Grâu + porumb 2 x 80	35,6	39,4		Grâu + porumb 2 x 40	27,2	52,4
	Grâu 120 + porumb 40	15,6	17,2		Grâu 60 + porumb 20	13,3	25,6
	Porumb 120 + grâu 40	63,3	69,7		Grâu 80	6,9	13,3
	Grâu 160	5,8	6,4		Porumb 80	51,9	100,0
	Porumb 160	90,3	100,0		-	-	-

În primii ani de la aplicarea sistemului de cultivare a terenului în fâșii nu se înregistrează sporuri însemnate de recoltă, însă pe măsura diminuării eroziunii, efectele se cumulează și creșterea de producție își mărește semnificația.

Menținând neschimbat amplasamentul fâșiilor cultivate, după 5 - 6 ani, la limita dintre fâșiile consecutive se formează denivelări care, dacă sunt înierbate și menținute corespunzător pot constitui taluzurile viitoarelor agroterase.

Se apreciază că la aplicarea sistemului de lucru în fâșii, consumul de muncă suplimentar față de cultivarea versantului cu o aceeași plantă, este de aproximativ 8%.

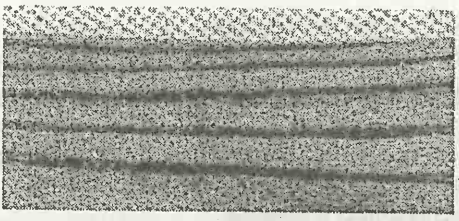


Fig. 16.10 Benzi înierbate

Sistemul de cultivare cu benzi înierbate (fig. 16.10) se recomandă pe terenurile arabile cu panta mai mare de 8 - 10 %, mai ales în zonele cu precipitații anuale mai mari de 500 mm, dar poate fi aplicat cu succes și în zonele secetoase, alegând pentru însămânțatul benzilor sortimentul adecvat de ierburi (tab. 16.17).

Tabelul 16.17

Specii și amestecuri de ierburi perene pentru însămânțatul benzilor înierbate (după *Popa A.* și colab.)

Precipitațiile medii anuale (mm)	Intensitatea eroziunii solului	Speciile și proporțiile acestora în amestecurile formate
< 500	moderată	Lucernă (60%) + golomăț, ovăscior sau pir (40%)
	puternică	Sparcetă (60%) + obsigă nearistată (40%) sau sparcetă, ghizdei (60%) + obsigă nearistată (40%)
> 500	moderată	Sparcetă (60%) + golomăț (40%)
	puternică	Sparcetă (60%) + obsigă nearistată (40%)

Spre deosebire de sistemul de cultivare în fâșii, sistemul cu benzi înierbate constă în alternarea fâșiilor de teren pe care se cultivă prășitoare, cu benzi mai înguste care se înierbează. Lățimea porțiunilor de teren dintre benzile înierbate se stabilește astfel încât pierderile de sol să fie limitate la valori admisibile (tab. 16.18).

Tabelul 16.18

Relații de calcul a distanței (L) dintre benzile înierbate

Grupa de soluri	Caracteristicile grupei de soluri	Eroziunea admisibilă E_{cr} (t/ha· an)	Relații de calcul
1	Soluri subțiri formate pe substrat litologic compact, slab rezistente la eroziune	4 - 5	$L = 1{,}9 \cdot E_{cr}^{2} \cdot i_v^{-0{,}28}$
2	Soluri de grosime medie, formate pe substrat litologic mai afânat, mijlociu rezistente la eroziune	5 - 6	$L = 2{,}4 \cdot E_{cr}^{2} \cdot i_v^{-0{,}28}$
3	Soluri profunde, luturi loessoide, marne etc, rezistente la eroziune	6 - 8	$L = 2{,}9 \cdot E_{cr}^{2} \cdot i_v^{-0{,}28}$

Notă: i_v reprezintă panta versantului, în %.

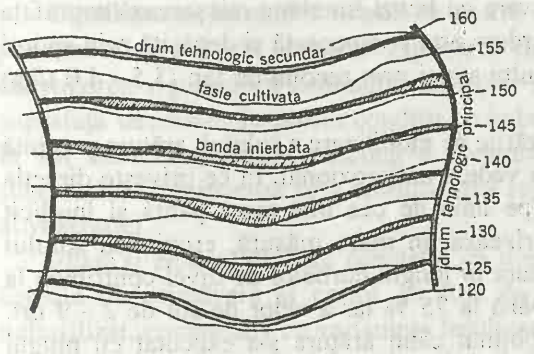


Fig. 16.11 Schemă de amplasare a benzilor înierbate cu lățimea variabilă

Benzile înierbate se proiectează, în general, cu lățimea de 4 - 6 m; uneori, în treimea inferioară a versantelor lungi, cu profilul convex și soluri puțin rezistente la eroziune, lățimea benzilor înierbate poate fi majorată până la 8 - 10 m. În practică se aplică, obișnuit, benzi a căror lățime este egală cu una sau două lățimi de lucru ale semănătorilor cu care se execută semănatul ierburilor.

Dacă suprafața versantului este neuniformă, pentru realizarea lățimii constante pe întreaga lungime a fâșiei cultivate între benzi, se recomandă înființarea benzilor înierbate cu lățimea variabilă (fig. 16.11).

Funcția hidrologică a unei benzi înierbate este să intercepteze, să rețină parțial și să disperseze apa ce se scurge din amonte. Rugozitatea ierburilor de pe bandă determină reducerea capacității de transport a scurgerii și descărcarea pe suprafața înierbată, a unei părți din materialul solid purtat de curenții de apă. Depunerile succesive contribuie, în decursul anilor, dacă amplasamentul benzilor înierbate rămâne neschimbat, la transformarea acestora în taluzuri de agroterase.

Numeroși cercetători au constatat efectele favorabile ale sistemului de cultivare cu benzi înierbate, privind diminuarea scurgerii și a eroziunii solului. În Podișul Central Moldovenesc, spre exemplu, cercetându-se timp de zece ani influența benzilor înierbate asupra eroziunii s-a constatat pe terenurile arabile protejate, reducerea pierderilor de sol sub limita admisibilă, acestea fiind de 3 - 4 ori mai mici decât pe terenurile fără benzi (*Popa A.* și colab.).

Se pot obține rezultate mai bune aplicând, în combinație, sistemele de cultivare în fâșii și cu benzi înierbate. Între avantaje, pot fi enumerate:

- ✓ micșorarea considerabilă a pierderilor de sol prin reținerea materialului erodat și a apei, atât în benzile înierbate cât și pe fâșiile cultivate cu plante semănate în rânduri dese;
- ✓ lățimea fâșiilor cultivate se poate mări, asigurându-se prin aceasta creșterea randamentului agregatelor agricole și reducerea cheltuielilor de producție pe unitatea de suprafață;
- ✓ fâșiile cultivate sunt mai bine delimitate, fiind mărginite de benzile înierbate.

Aplicarea sistemului de cultivare cu benzi înierbate micşorează suprafaţa arabilă cu 3 - 5 % dar această pierdere este compensată şi depăşită prin sporul de producţie obţinută pe fâşiile cultivate şi prin recolta de fân (3,5 - 4,0 t/ha) realizată pe benzile înierbate.

Lucrările solului. Dintre lucrările de mobilizare a solului, arătura prezintă cel mai mare interes din punct de vedere antierozional. În ce priveşte direcţia de arat, s-a observat că arătura pe linia de cea mai mare pantă şi implicit semănatul din deal în vale favorizează, în mare măsură, eroziunea solului (fig. 16.12). Prin comparaţie, arătura în lungul curbelor de nivel contribuie la reducerea pierderilor de apă cu până la 75 % iar a celor de sol de 2 - 9 ori. Rezultatele cele mai bune s-au obţinut când arătura s-a executat cu plugul reversibil.

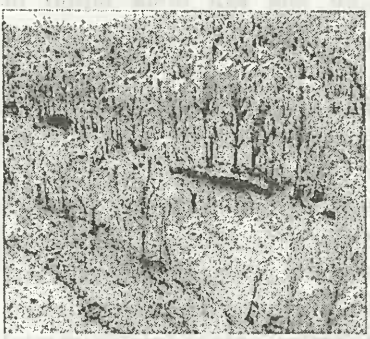


Fig. 16.12 Eroziune pe teren arabil cultivat cu porumb pe direcţia deal-vale

Dacă, în funcţie de valoarea pantei, se poate realiza arătura cu indicii calitativi corespunzători este preferabilă răsturnarea brazdei spre amonte.

Experienţele efectuate la S.C.C.C.E.S. Perieni pentru stabilirea influenţei adâncimii de arat asupra eroziunii pe terenurile arabile evidenţiază faptul că la valori moderate ale pantei şi soluri mijlocii cu drenajul natural bun, majorarea adâncimii de arat peste 20 cm - la grâu şi la mazăre - nu se justifică nici din punct de vedere antierozional, nici în ce priveşte sporul de producţie. Pentru porumb însă, când arătura s-a executat la 30 cm adâncime, eroziunea s-a redus cu 28 % şi rezerva de apă accesibilă în sol a crescut cu peste 300 m^3/ha, comparativ cu arătura de 20 cm. Aceste rezultate atestă oportunitatea arăturii adânci pentru prăşitoarele cultivate pe versante.

S-a mai constatat că pe solurile nisipo-lutoase, pierderile de humus şi elemente fertilizante, odată cu scurgerea de suprafaţă, descresc în ordinea: arătură superficială, arătură adâncă, arătură în coame - toate executate în lungul curbelor de nivel.

Pe versantele cu soluri grele sau cu orizontul *B* argilos, afânarea adâncă fără răsturnarea brazdei - folosind, mai ales, scarificatoare cu vibrator- îmbunătăţeşte condiţiile de infiltraţie, micşorează simţitor eroziunea şi determină sporuri de producţie asigurate statistic.

În fine, cultivarea terenurilor în pantă fără arătură, după *sistemul minimului de lucrări* sau *zero lucrări*, s-a dovedit eficientă nu numai sub aspect economic, ci şi din punct de vedere antierozional întrucât prin reducerea numărului de treceri ale maşinilor se evită tasarea excesivă a solului, distrugerea structurii, se micşorează transportul solului spre aval prin mobilizări repetate etc.

Fertilizarea terenului arabil în pantă contribuie indirect la diminuarea pierderilor de sol prin eroziune. Aplicarea raţională a îngrăşămintelor asigură dezvoltarea viguroasă a sistemului radicular şi majorarea masei vegetale de la suprafaţa terenului. În aceste condiţii se îmbunătăţeşte simţitor infiltraţia apei în sol deoarece energia cinetică a picăturilor de ploaie şi a scurgerii de suprafaţă se diminuează prin amplificarea rugozităţii create de volumul sporit al vegetaţiei.

Jilko şi *Hoh* (1986) au constatat că pierderile medii de sol şi humus la cereale de primăvară şi cartof au fost de 3 - 4 ori mai mari pe terenul nefertilizat, comparativ cu variantele fertilizate.

Se consideră că efectul antierozional al fertilizării terenurilor arabile în pantă este mai mare în cazul plantelor semănate în rânduri dese şi cu perioada de vegetaţie lungă.

16.2.2 Amenajarea antierozională a terenului arabil prin lucrări speciale

Lucrările speciale de amenajare antierozională se referă la modificarea configuraţiei naturale (iniţiale) a suprafeţei versantului prin mişcări de terasamente pentru netezirea, uniformizarea şi micşorarea pantei, în vederea regularizării scurgerii şi diminuării procesului de eroziune.

Modificarea microreliefului terenurilor înclinate - în scopul conservării solului şi creşterii producţiei agricole - reprezintă o componentă importantă a lucrărilor de îmbunătăţiri funciare, fiind cunoscută sub termenul general de *modelare*.

Pe terenul arabil cu panta moderată (3 - 8 %), prin modelarea microreliefului se urmăreşte netezirea suprafeţei şi uniformizarea pantei pentru a preîntâmpina eroziunea solului - ca urmare a concentrării scurgerii de suprafaţă pe traseele depresionare cu panta mare - pentru a crea condiţii optime de executare mecanizată a lucrărilor agricole şi de îmbunătăţire a regimului hidrologic al solului.

În cazul versantelor mai înclinate, modelarea terenului presupune, pe lângă uniformizarea pantei şi executarea unor lucrări care să intercepteze scurgerea de suprafaţă, să favorizeze infiltraţia apei în sol şi/sau să o evacueze dirijat.

Lucrările speciale de amenajare antierozională pe terenurile arabile joacă un dublu rol şi anume: pe de o parte, contribuie la sporirea eficacităţii lucrărilor simple (agrofitotehnice) de combatere a eroziunii iar pe de altă parte, ele constituie mijloace energice de regularizare a scurgerii pe versant.

Uniformizarea (modelarea) terenurilor arabile înclinate. Lucrările de netezire a suprafeţei pe terenurile arabile urmăresc reducerea denivelărilor

create prin alunecări vechi, desființarea mameloanelor, a unor taluzuri și a drumurilor amplasate greșit, umplerea rigolelor și a ogașelor etc.

Necesitatea lucrărilor de uniformizare a pantei pe terenurile arabile prin mișcări de terasamente se impune din următoarele considerente:

- ✓ se evită concentrarea scurgerii de suprafață și prin aceasta se reduce eroziunea și se ameliorează regimul de umiditate a solului;
- ✓ se asigură condiții optime pentru efectuarea în lungul curbelor de nivel a lucrărilor solului, de semănat, de întreținere a culturilor și de recoltare;
- ✓ se reduce numărul de limite obligate la amplasarea solelor și la trasarea drumurilor tehnologice;
- ✓ se redau circuitului agricol unele suprafețe de teren nefolosite din cauza denivelărilor pronunțate și a unor forme ale eroziunii în adâncime.

Lucrările de netezire uniformizare a terenurilor agricole premerg, de regulă, amenajările cu caracter antierozional și reprezintă 6 - 8 % din valoarea lucrărilor de combatere a eroziunii solului.

Pentru calculul netezirii (modelării) microreliefului se folosesc diverse metode, între care și programarea liniară având drept date de intrare, cotele inițiale ale terenului, dispuse uniform pe suprafața interesată. Calculul se bazează pe ecuația de bilanț a terasamentelor din punctele învecinate:

$$s_i + u_i + c_{t_i} = s_{i+1} + c_{t_{i+1}} + \delta h \qquad (16.6)$$

în care:

s_i; s_{i+1} reprezintă adâncimile de săpătură în punctele i și $i+1$, în m;

u_i; u_{i+1} - înălțimile de umplutură în punctele i și $i+1$, în m;

c_{t_i} ; $c_{t_{i+1}}$ - cotele terenului în punctele i și $i+1$, în m;

δh - diferența de nivel între cotele finale și cotele inițiale ale terenului, în m.

Modelul matematic respectă simultan următoarele restricții:

- ✓ minimizarea volumului de terasamente;
- ✓ echilibrarea volumelor de săpătură și de umplutură;
- ✓ limitarea grosimii de săpătură pentru stratul de sol care se decapează;
- ✓ obținerea valorilor pentru panta maximă admisă, uniformă pe direcțiile longitudinală și transversală;
- ✓ realizarea unor modelări pentru un cubaj maxim admis;
- ✓ amenajarea unor zone depresionare sau a unor debușee.

Lucrările de modelare se execută, aplicând tehnologii diferențiate - în funcție de mărimea și frecvența denivelărilor - cu ajutorul mașinilor terasiere, a polidiscurilor, nivelatoarelor etc, cel mai bine toamna și primăvara înainte de însămânțări.

BCU "ION CREANGĂ" UNIVERSITY LIBRARY

În cazul în care este necesară decopertarea solului pe adâncime mai mare de 30 - 40 cm, pentru a afecta cât mai puțin uniformitatea fertilității, stratul superficial se decapează și se depozitează separat, se continuă netezirea terenului prin mobilizarea straturilor următoare și ulterior, se definitivează modelarea prin împrăștierea uniformă a depozitelor cu sol fertil. La umplerea microdepresiunilor cu adâncimea mai mare de 40 - 50 cm se recomandă să se execute tasarea cu tractorul pe straturi succesive de 25 - 30 cm. De asemenea, zonele de rambleu trebuie să fie supraîncărcate cu 5 - 10 % din înălțimea de umplutură.

Volumul mediu de terasamente pentru netezirea (modelarea) terenurilor arabile variază în limite largi (200 - 2000 m^3/ha), în funcție de caracteristicile locale ale microreliefului.

Uniformizarea fertilității solului pe suprafața de teren supusă lucrărilor de netezire poate fi grăbită prin aplicarea unor cantități suplimentare de îngrășăminte organice și minerale.

Terasarea terenurilor arabile. Terenurile arabile cu panta mai mare de 14 - 15 % impun, pentru combaterea eficace a eroziunii, lucrări de modelare prin care să se micșoreze panta generală a versantului. Reducerea pantei generale a versantului se poate obține prin construcția teraselor.

Se estimează că în România, din suprafața totală de teren arabil cu panta mai mare de 15 % (≈ 925.000 ha), mai mult de jumătate poate fi amenajată antierozional prin terasare.

Terasele de pe arabil sunt fâșii de teren în lungul curbelor de nivel, având lățimea de 15 - 40 m și înclinarea spre aval de până la 10 - 12 %, mărginite de porțiuni înguste (2 - 3 m) înierbate - numite taluzuri - care au panta mai mare decât panta generală a versantului.

Avându-se în vedere că prin terasare se modifică radical raportul dintre scurgerea de suprafață și infiltrație, este necesar ca versantele ce se amenajează cu astfel de lucrări să nu prezinte condiții potențiale de alunecare. De asemenea, asigurarea paralelismului și lățimii constante în lungul teraselor - în vederea creării condițiilor favorabile executării mecanizate a lucrărilor agricole pe platformele cultivate - impune alegerea pentru terasare a versantelor cu suprafața cât mai uniformă.

În funcție de tehnologia folosită, terasele amenajate pe terenurile arabile pot fi:

- ✓ terase obținute prin arături repetate (agroterase);
- ✓ terase realizate cu utilajele terasiere (terase banchetă);

Agroterasele (fig. 16.13) se formează de-a lungul anilor în procesul de producție agricolă, prin arături repetate, folosind pluguri obișnuite sau reversibile.

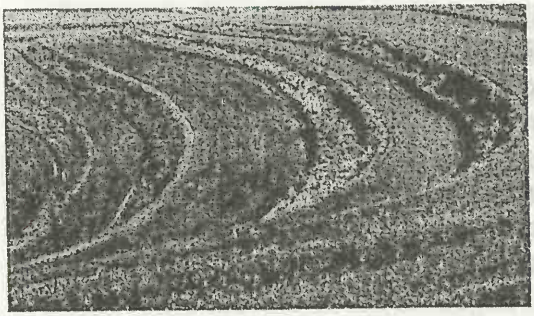
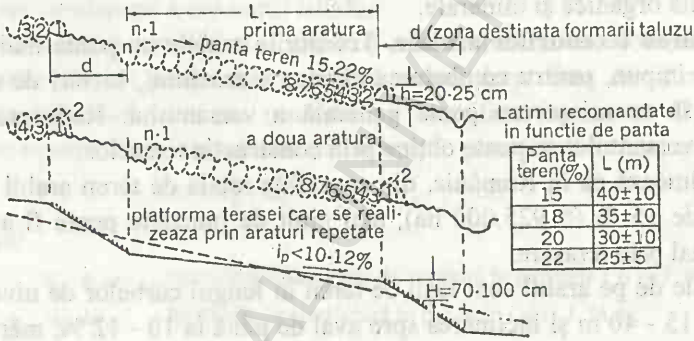


Fig. 16.13 Agroterase

Se pot obține agroterase într-o perioadă de cel puțin 10-12 ani, prin permanentizarea amplasamentului benzilor înierbate sau chiar al fâșiilor și executarea arăturii cu răsturnarea brazdelor spre aval.

Alt procedeu (fig. 16.14) constă în realizarea arăturilor care se întrerup pe lățimea de 1,2 - 2,0 m la limita superioară a platformei viitoarei terase și răsturnarea brazdelor numai spre vale. Taluzul care se formează în timp pe lățimea nearată se înierbează și se întreține prin cosire.



Panta teren(%)	L (m)
15	40±10
18	35±10
20	30±10
22	25±5

Fig. 16.14 Schemă de realizare a agroteraselor

Agroterasele se mai pot realiza și prin executarea arăturii cu răsturnarea brazdelor spre aval, cu excepția ultimei brazde de la extremitatea superioară a viitoarei platforme, care se răstoarnă spre amonte.

Este recomandabil ca agroterasarea să fie precedată de lucrări ușoare de netezire a suprafeței versantului și de captare a eventualelor izvoare de coastă.

Numărul de arături adânci, necesare pentru formarea agroteraselor este variabil (tab. 16.19) și depinde de panta versantului, condițiile de sol și rocă, agresivitatea pluvială, panta și lățimea admise pentru viitoarele platforme etc.

Agroterasarea terenurilor arabile prezintă numeroase avantaje, între care, cele mai importante sunt:

✓ reducerea scurgerii de suprafață și eroziunii de 2 - 10 ori, comparativ cu martorul neterasat;

✓ realizarea agroteraselor odată cu lucrările agricole, fără stânjenirea procesului de producție;

Tabelul 16.19

Numărul de arături adânci necesare pentru realizarea agroteraselor cu platforma înclinată (8%) spre aval

Lăţimea platformei (m)	Panta terenului (%)		
	15	20	25
10	4- 5	6- 7	7- 8
15	9-10	12-14	15-17
20	15-18	22-24	26-28
25	21-23	25-28	-
30	25-29	-	-
40	34-38	-	-

✓ extinderea mecanizării lucrărilor agricole pe terenurile cu panta mare;

✓ asigurarea recoltelor superioare (tab. 16.20).

Este de observat că agroterasarea păstrează succesiunea naturală a orizonturilor genetice caracteristice tipului de sol dar, favorizează dezvoltarea progresivă a acestora din amonte spre avalul platformelor. La agroterasele vechi apar diferenţieri însemnate ale principalelor însuşiri ale solului (textură, conţinut în humus, elemente fertilizante ş. a.) în secţiunea transversală a platformelor, fapt ce impune folosirea agrotehnicii diferenţiate care, să contribuie la uniformizarea fertilităţii solului pe platforme (*Savu P.*, 1973).

Tabelul 16.20

Influenţa agroteraselor asupra producţiei unor culturi agricole

Cultura	Agroterasă de 17 m		Agroterasă de 22 m	
	Spor de producţie (%) realizat în perioada:			
	anii 2-4	anii 6-9	anii 2-4	anii 6-9
Grâu de toamnă	-	19,5*	9,6	22,2**
Porumb pentru boabe	3,3	20,9*	6,7	24,6**
Furajere anuale	-	8,3	7,3	17,1**

Notă: * - spor de producţie semnificativ;
** - spor de producţie distinct semnificativ;

Terasele banchetă se execută pe terenurile arabile fără condiţii potenţiale de alunecare, cu panta uniformă, mai mare de 10 - 12 %.

Terasarea se realizează în două etape. În prima etapă se construiesc - cu maşinile terasiere - terasele banchetă propriu-zise, având taluzul de umplutură de 0,5 - 0,7 m şi platforma orizontală (sau înclinată spre aval, 1 - 3 %), cu lăţimea de 4 - 6 m (fig. 16.15). Aceste terase alternează cu porţiuni de versant neterasate, dar bine nivelate, de lăţime diferită, în funcţie de panta terenului şi erodabilitatea solului. Se adoptă 40 - 20 m la panta de 12 - 20 %, 20 - 15 m la panta cuprinsă între 20 - 25 % şi 15 - 10 m pentru valori ale pantei mai mari de 20 %. Dimensiunile minime se aleg în cazul solurilor cu erodabilitatea mare şi atunci când prăşitoarele au proporţia mare în structura culturilor. Este recomandabil ca lăţimea totală - platforma terasei banchetă împreună cu fâşia neterasată - să fie un multiplu al lăţimii semănătorilor universale.

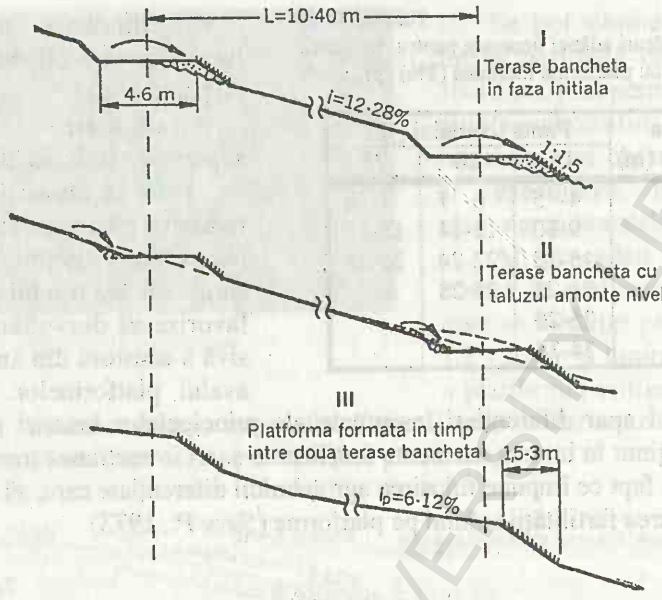


Fig. 16.15 Secţiune transversală printr-un versant cu două terase bancheţă şi evoluţia în timp a fâşiei (platformei) dintre cele două terase bancheţă

Forma definitivă a amenajării cu terase bancheţă se realizează într-o perioadă de 10 - 15 ani, în procesul de producţie agricolă, prin repetarea arăturilor cu răsturnarea brazdei în aval.

La execuţia teraselor bancheţă se poate folosi buldozerul sub formă de angledozer, înclinând lama spre aval sub un unghi de 30 - 35 ° faţă de direcţia de înaintare şi cu 4 - 6 ° spre amonte, faţă de axul orizontal. Pământul se sapă şi se împinge spre aval încât în două trei treceri ale buldozerului se realizează umplutura spre partea aval de 0,5 - 0,7 m, urmând ca finisarea taluzului să se facă manual.

Perioada cea mai favorabilă pentru construcţia teraselor bancheţă este toamna, după recoltare.

Debuşeele pe terenurile arabile înclinate. Debuşeele sunt canale pe versante, amenajate în scopul colectării şi evacuării dirijate a surplusului de apă din precipitaţii şi izvoare de coastă.

Prezenţa, densitatea şi complexitatea debuşeelor pe terenurile arabile în pantă este condiţionată de caracteristicile microreliefului, valoarea pantei, existenţa şi poziţia izvoarelor, condiţiile de exploatare agricolă etc.

Se deosebesc debuşee situate pe versante şi debuşee în lungul văilor înguste formate la poalele versantelor adiacente. Primele au, de regulă, panta mare urmărind, obişnuit, traseele microdepresiunilor orientate deal-vale,

BCU "LUCIAN BLAGA" UNIVERSITY LIBRARY

au lungimea mică, suprafaţa de colectare şi debitul de transport reduse. Debuşeele de la baza versantelor colectează scurgerile de pe unul sau mai multe versante - direct sau prin debuşeele confluente - au panta relativ mică (< 5 %), lungimea şi capacitatea de transport mare.

Debuşeele joacă un rol important în regularizarea scurgerii pe terenurile înclinate, constituind lucrarea de legătură între bazinul de recepţie şi cursul de apă.

Amenajarea debuşeelor pe terenurile arabile trebuie să corespundă următoarelor cerinţe.

✓ să aibă capacitatea de transport corespunzătoare scurgerii maxime - cu asigurarea de calcul - de pe suprafaţa aferentă;

✓ să asigure pentru circulaţia apei viteza în limite admisibile (tab. 16.21), pentru a nu fi erodate sau colmatate;

✓ să nu stânjenească lucrările de organizare a terenului şi de executare mecanizată a lucrărilor agricole;

✓ să fie economice.

Tabelul 16.21

Viteza maximă admisibilă de scurgere a apei pe debuşeele înierbate

Tipul de vegetaţie	Panta longitudinală a debuşeului (%)	Viteza maximă admisibilă (m/s)	
		Soluri cu erodabilitatea:	
		mică	mare
Ţelină naturală foarte bine încheiată	< 5	2,4	1,8
	5 - 10	2,1	1,5
	> 5	1,8	1,2
Amestecuri de ierburi	< 5	1,5	1,2
	5 - 10	1,2	0,9
Nu se recomandă pe pante mai mari de 10 %			
Lucernă sau plante furajere anuale cu desime bună	< 5	1,1	0,8
Nu se recomandă pe pante mai mari de 8 %			

Satisfacerea acestor cerinţe impune ca la proiectarea debuşeelor, traseele să se aleagă în exclusivitate de-a lungul microdepresiunilor naturale, pentru a fi necesare mişcări reduse de terasamente în vederea realizării secţiunii de scurgere. Se recomandă secţiunea transversală parabolică (fig. 16.16) care poate fi uşor traversată de utilajele agricole. În plus, canalele parabolice au caracteristici hidraulice mai bune decât cele trapezoidale optime, deoarece pentru transportul aceluiaşi debit au aria secţiunii transversale mai mică.

Consolidarea secţiunii debuşeului împotriva degradării prin eroziune se realizează pe cale biologică: în mod natural, prin însămânţare cu amestecuri

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

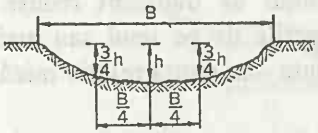


Fig. 16.16 Schema secţiunii transversale parabolice la un debuşeu înierbat

de ierburi perene sau prin căptuşirea cu brazde de iarbă. Dirijarea apei de scurgere pe debuşeele înierbate se recomandă să se facă după un an de la însămânţare iar în cazul consolidării cu brazde de iarbă, la cel puţin trei luni de la terminarea lucrărilor.

Pentru dimensionarea unui debuşeu se procedează astfel:

✓ se calculează debitul afluent cu relaţia:

$$Q = 0{,}167 \cdot K_s \cdot S \cdot I \qquad (16.7)$$

în care:

Q este debitul debuşeului, în m^3/s;

K_s - coeficientul mediu de scurgere pe suprafaţa aferentă debuşeului;

S - suprafaţa aferentă debuşeului, în ha;

I - intensitatea ploii de calcul cu asigurarea de 10 %, în mm/min.

✓ în funcţie de tipul de consolidare, pantă şi erodabilitatea solului se adoptă viteza maximă admisibilă (V_a) de circulaţie a apei în debuşeu;

✓ se calculează aria secţiunii debuşeului:

$$\omega = \frac{Q}{V_a} \qquad (16.8)$$

în care:

ω este aria secţiunii debuşeului, în m^2;

V_a - viteza maximă de circulaţie a apei în debuşeu, în m/s.

✓ se stabileşte forma secţiunii transversale şi se admite o valoare convenabilă pentru adâncimea maximă a apei în debuşeu, după care se determină lăţimea secţiunii;

✓ cu elementele dimensionale stabilite pentru secţiunea transversală a debuşeului şi ţinând seama de panta longitudinală şi rugozitatea caracteristică tipului de consolidare ales, se calculează viteza de circulaţie a apei cu relaţia lui *Chézy* ($V = C\sqrt{R \cdot I}$).

Dimensionarea este corespunzătoare când:

$$V \le V_a \qquad (16.9)$$

Dacă nu este satisfăcută relaţia (16.9) se reface calculul de dimensionare micşorând adâncimea apei (se are în vedere că prin aceasta creşte lăţimea secţiuni) sau se reduce panta generală a debuşeului prin căderi sau pante forţate, consolidate mecanic.

BCU "ION IONESCU DE LA BRAD" UNIVERSITY LIBRARY

Pentru debuşeele înierbate, cu secţiunea parabolică şi viteza maximă de scurgere a apei ($V = 1,5$ m/s) se prezintă dimensiunile în tabelul 16.22.

Tabelul 16.22

Dimensiunile debuşeelor înierbate*, cu secţiunea parabolică, pentru viteza de scurgere a apei de 1,5 m/s

Debitul debuşeului Q (l/s)	Panta debuşeului (%)											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16
	Adâncimea (h) maximă a apei în centrul debuşeului (m)											
	0,60	0,45	0,40	0,36	0,30	0,30	0,30	0,27	0,27	0,27	0,27	0,24
	Lăţimea debuşeului (B) în m, corespunzătoare valorii (h)											
280	-	-	-	-	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,3	3,3	3,6
420	-	-	-	3,0	3,3	3,6	4,2	3,9	3,3	4,2	4,2	4,5
560	-	-	3,3	3,6	3,6	4,5	4,8	4,5	4,8	5,1	6,3	6,3
700	-	3,3	3,9	4,2	4,5	5,4	5,6	5,4	5,7	6,0	-	-
840	3,3	3,9	4,5	4,8	5,1	6,3	6,6	6,3	6,6	-	-	-
980	3,6	4,5	5,1	5,7	6,0	-	-	-	-	-	-	-
1112	3,9	4,8	5,4	6,0	6,3	-	-	-	-	-	-	-
1250	4,5	5,4	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	4,8	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1580	5,1	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1680	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--	-
1820	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1960	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

16.3 Prevenirea şi combaterea eroziunii solului în plantaţiile de viţă de vie şi pomi

Prevenirea şi combaterea eroziunii solului în plantaţiile viticole şi pomicole de pe terenurile în pantă se realizează prin organizarea terenului, lucrări agrofitotehnice antierozionale şi lucrări speciale de modelare a versantelor (terase, canale de coastă, debuşee). În majoritatea cazurilor sunt necesare toate cele trei categorii de lucrări (uneori se impun şi lucrări silvice) dar, ponderea lor de participare se diferenţiază în funcţie de caracteristicile reliefului, gradul de erodabilitate şi însuşirile fizico-chimice ale solului, agresivitatea pluvială şi condiţiile social-economice din zonă.

Problematica organizării antierozionale a terenurilor destinate plantaţiilor viti-pomicole a fost prezentată în paragrafele 7.1 şi 8.1.

* Pe terenurile arabile nu se recomandă consolidarea mecanică a debuşeelor întrucât această soluţie este costisitoare şi investiţia nu poate fi acoperită prin sporul de producţie într-o perioadă convenabilă de timp.

16.3.1 Lucrări antierozionale simple (agrofitotehnice) în plantaţiile viti-pomicole

Eficacitatea combaterii eroziunii solului pe terenurile înclinate cultivate cu viţă de vie sau cu pomi este dependentă - în afara organizării corespunzătoare a terenului plantaţiei - şi de natura, momentul de aplicare şi modalitatea de execuţie a lucrărilor simple agroameliorative.

În plantaţiile viticole, cele mai importante lucrări agroameliorative cu influenţă asupra eroziunii sunt: lucrările solului, mulcirea, cultivarea plantelor anuale între rândurile de vie şi înfiinţarea benzilor înierbate.

Lucrările solului. Desfundatul terenului înainte de înfiinţarea plantaţiei afânează solul pe adâncimea de 50 - 80 cm şi îi conferă o capacitate mai mare de reţinere a apei din scurgerea superficială. Lucrarea se execută în lungul curbelor de nivel, fără să afecteze suprafaţa rezervată pentru drumuri, poteci, zone de întoarcere etc. De asemenea, se exclud de la desfundare zonele naturale de concentrare a apei, cornişele şi rupturile precum şi porţiunile de teren predispuse la alunecări - aceste suprafeţe, urmând să fie înierbate sau plantate cu specii silvo-pomicole.

După înfiinţarea plantaţiei - cu rândurile orientate în lungul curbelor de nivel - toate lucrările de mobilizare a solului: aratul, prăşitul, săpatul, muşuroitul viei etc - efectuate pe aceeaşi direcţie - contribuie la diminuarea scurgerii şi eroziunii.

În viile bătrâne, amplasate pe soluri grele, sporirea capacităţii de infiltraţie a apei în sol se poate realiza prin *redesfundatul parţial.* Această lucrare se execută periodic, pe intervalele dintre rânduri, la distanţa de 30 - 40 cm de linia butucilor, la adâncimea de 30 - 50 cm, din două în două sau din trei în trei intervale. Aplicarea îngrăşămintelor organice şi minerale odată cu această lucrare contribuie în mare măsură la regenerarea structurii, creşterea porozităţii şi îmbunătăţirea fertilităţii solului.

În zonele mai bogate în precipitaţii se obţin rezultate bune şi prin crearea în spaţiile dintre rânduri a biloanelor. Pe terenurile cu panta moderată, bilonarea are ca efect reţinerea celei mai mari părţi din scurgerea de apă şi sol provocată de ploile torenţiale sau topirea zăpezilor. Este bine ca stratul arabil de pe suprafaţa de teren pe care s-au executat biloane să se menţină afânat, pentru ca pierderile prin evaporaţie să fie cât mai mici, avându-se în vedere că prin această lucrare se măreşte suprafaţa de evaporaţie.

Mulcirea. În regiunile secetoase, acoperirea terenului plantaţiei cu un strat protector de mulci din paie tocate, corzi mărunţite, turbă etc diminuează energia cinetică a picăturilor de ploaie şi măreşte rugozitatea la suprafaţa terenului, contribuind la diminuarea scurgerii de suprafaţă şi la sporirea rezervei de apă în sol.

Plantele de cultură intercalate. Experienţele efectuate în staţiunile de cercetări viticole din ţară atestă efectul antierozional al folosirii culturilor intercalate de leguminoase anuale (mazăre, lupin ş. a.), a căror masă vegetală în faza de dezvoltare maximă se toacă şi se încorporează prin arătură în sol, îmbunătăţindu-i permeabilitatea şi fertilitatea. S-a constatat că lupinul şi mazărea, semănate pe fiecare al doilea interval dintre rânduri, micşorează cantitatea de sol erodat cel puţin de două ori.

Benzile înierbate înfiinţate în viile de pe terenurile cu panta mai mică de 10 - 12 % contribuie eficient la controlul scurgerii şi eroziunii. Benzile înierbate se înfiinţează pe intervalele dintre rânduri, la distanţa de 30 - 40 m şi li se schimbă amplasamentul, anual sau bienal.

Lucrările simple agroameliorative pentru combaterea eroziunii solului în livezi sunt, în general, asemănătoare cu cele care se folosesc în cazul plantaţiilor de viţă de vie, prezentând şi unele particularităţi - determinate, mai ales, de sistemul de întreţinere a suprafeţei terenului din plantaţie.

Se disting trei sisteme principale de întreţinere a terenului din livezi: teren înţelenit, ogor negru, teren cu plante de cultură intercalate şi alte variante rezultate din combinarea celor trei sisteme principale. Fiecare din sistemele şi variantele de întreţinere a terenului se adoptă în funcţie de caracteristicile reliefului, condiţiile pedoclimatice din zonă, cerinţele fiziologice ale pomilor etc, prezentând avantaje şi dezavantaje, atât pentru combaterea eroziunii cât şi în ce priveşte producţia de fructe. De aceea, alegerea modalităţii de întreţinere a solului în livezile de pe terenurile înclinate trebuie să aibă la bază studii tehnico-economice aprofundate ale condiţiilor concrete din zonă.

16.3.2 Amenajarea antierozională a terenului din plantaţiile viti-pomicole prin lucrări speciale

În categoria lucrărilor speciale de amenajare a versantelor cu plantaţii de viţă de vie sau pomi se includ: lucrările de netezire - modelare, terasarea şi lucrările de dirijare a scurgerilor de suprafaţă.

Aceste lucrări implică mişcări de terasamente şi construcţii care, controlează mai riguros scurgerea şi eroziunea decât lucrările simple agroameliorative, dar sunt mai costisitoare. De aceea, astfel de lucrări se proiectează numai în condiţiile în care cerinţele combaterii eroziunii solului nu pot fi satisfăcute doar de lucrările simple.

Netezirea - modelarea terenului. Lucrările de netezire - modelare se aplică la amenajarea versantelor destinate plantaţiilor viti-pomicole - inclusiv cu terase, având platforme mecanizabile - în scopul îmbunătăţirii condiţiilor de realizare şi exploatare a plantaţiei, pentru dezvoltarea uniformă a viţei de vie şi pomilor precum şi pentru diminuarea intensităţii eroziunii solului.

Prin aceste lucrări, microrelieful versantelor se modifică prin uniformizarea pe tarlale sau, în cazul unor denivelări mai pronunţate, pe parcele. Volumul de terasamente pentru netezire - modelare se diferenţiază în funcţie de panta şi uniformitatea versantului (tab. 16.23). În general, se evită lucrările care implică mişcări de terasamente mai mari de 5000 - 6000 m^3/ha, datorită investiţiei foarte mari.

Tabelul 16.23

Valorile orientative ale volumului de terasamente (m^3/ha) pentru lucrările de netezire - modelare, în funcţie de panta şi uniformitatea versantului

Caracteristicile terenului	Grupa de pantă		
	10 - 12 %	12 - 18 %	18 - 30 %
Versante uniforme	700 - 1400	800 - 1700	1200 - 2300
Versante neuniforme cu microrelieful pronunţat	1000 - 2300	1500 - 3000	2200 - 5000

Modificarea microreliefului versantului se poate realiza prin două procedee:

- ✓ cu decopertarea (decaparea) stratului superficial (fertil) al solului;
- ✓ fără decopertarea stratului superficial al solului.

Procedeul de modelare cu decopertarea stratului fertil al solului se recomandă pe versantele uniforme, nedesţelenite şi pe suprafeţele pe care orizonturile inferioare ale profilului de sol sau substratul litologic prezintă un potenţial redus de fertilitate. Lucrările se realizează cu tractoare echipate cu lamă de buldozer sau cu screpere.

Pe versantele uniforme cu panta moderată, pe care urmează să se amenajeze terase banchetă şi alei înierbate, decopertarea se realizează în fâşii. Procedeul constă în modelarea - la început - a unei porţiuni de teren de 10 - 15 m lăţime şi cu lungimea (deal - vale) în funcţie de zona ce trebuie modelată. La fâşia următoare - vecină cu prima - stratul fertil se decopertează, se împinge şi se împrăştie pe fâşia iniţială, în grosime uniformă, sau numai în zonele unde prin modelare s-au adus la suprafaţă orizonturi nefertile. Împingerea pământului decopertat de pe a doua fâşie pe prima se face în diagonală, după care se continuă netezirea (modelarea) propriu-zisă a fâşiei a doua. Se continuă cu cea de a treia fâşie ş. a. m. d.

Pe versantele uniforme şi cu panta mare, modelarea - netezirea cu decopertarea pământului vegetal se execută concomitent cu lucrarea de terasare. În aceste condiţii, după pichetare, construcţia teraselor se începe de la baza versantului (sau avalul tarlalei) şi se continuă spre amonte.

După executarea - în paralel cu modelarea terenului - a platformei primei terase, se decapează stratul vegetal de pe suprafaţa aferentă celei de a doua terase, se împinge şi se împrăştie pământul rezultat, pe platforma primei terase.

În continuare, se construieşte platforma terasei a doua, se decopertează ampriza terasei a treia din amonte, se împinge şi se împrăştie stratul vegetal pe platforma celei de a doua terase ş. a. m. d.

Pentru a contribui la uniformizarea fertilităţii pe platforma terasei, în vecinătatea taluzului amonte se aşterne un strat mai gros de pământ cu humus.

Modelarea terenului concomitent cu construcţia fiecărei terase asigură reducerea semnificativă a volumului de terasamente şi diminuarea cu circa 25 % a consumului de energie, comparativ cu executarea separată a lucrărilor.

Procedeul de modelare fără decopertarea prealabilă a stratului fertil al solului se aplică pe versantele neuniforme şi pe cele cu soluri formate pe loess sau luturi loessoidizate. Şi în acest caz, se recomandă ca odată cu nivelarea - modelarea versantului să se realizeze şi terasarea. Pământul rezultat din săparea formelor pozitive se transportă cu buldozerul sau cu screperul, atât în lungul curbelor de nivel cât şi pe direcţia deal-vale.

Dacă suprafaţa pe care urmează să se construiască terase mecanizabile a fost terasată anterior cu terase înguste dar având trasee rectilinii, modelarea fără decopertarea stratului vegetal constă în realizarea unei terase noi, prin desfiinţarea a două sau trei terase vechi şi rectificarea traseului numai pe anumite porţiuni strict necesare. Construcţia teraselor, concomitent cu modelarea - netezirea se execută în acest caz, din aval spre amonte.

Când terasele vechi au sinuozităţi pronunţate, realizarea modelării - pentru construcţia teraselor noi, mecanizabile - se execută din amonte spre aval, mişcarea surplusului de pământ rezultat din săparea formelor pozitive de teren efectuându-se cu buldozerul, atât de-a curmezişul versantului cât şi pe linia de cea mai mare pantă.

Terasarea terenurilor destinate plantaţiilor de viţă de vie şi pomi. Terasarea terenurilor pentru plantaţiile viti-pomicole reprezintă o lucrare de amenajare radicală a versantelor, în vederea valorificării intensive a acestora şi diminuării eroziunii solului.

Prin construcţia teraselor se asigură micşorarea pantei generale a versantului, determinându-se schimbarea între scurgerea de suprafaţă şi infiltraţie în favoarea micşorării semnificative a pierderilor de elemente fertilizante şi apă, ameliorării regimului hidrologic al solului şi îmbunătăţirii condiţiilor de vegetaţie pentru viţa de vie şi pomi. De asemenea, se favorizează extinderea mecanizării şi irigaţiei în plantaţiile de pe terenurile înclinate şi se asigură efecte economice importante.

Terasele folosite în plantaţiile de viţă de vie şi pomi pot fi clasificate după tipul constructiv, înclinarea platformei, consolidarea taluzului şi tehnologia de execuţie.

După *tipul constructiv* se deosebesc: terase clasice (trepte), terase banchetă (bănci) şi terase adaptate la microrelieful versantului. Acestea din urmă se amenajează pe versantele cu microrelieful în trepte şi potenţial redus de alunecare; ele se realizează prin uşoare rectificări ale lăţimii şi pantei platformelor pentru a nu se modifica starea de echilibru a versantului.

În funcţie de *înclinarea platformei* faţă de linia de cea mai mare pantă se individualizează terase: cu platforma orizontală, cu platforma înclinată spre aval şi cu platforma înclinată spre amonte. După *poziţia faţă de curbele de nivel*, terasele pot fi orizontale şi înclinate în lungul platformei.

Modalitatea de consolidare a taluzului diferenţiază terase cu taluzul consolidat biologic (prin înierbare) şi terase cu consolidarea mecanică a taluzului (cu zidărie de piatră sau beton).

După *tehnologia de execuţie* se deosebesc terase obţinute prin procedeul debleu - rambleu şi terase realizate concomitent cu desfundatul terenului.

Întrucât execuţia teraselor implică mişcări însemnate de terasamente şi deci investiţii costisitoare - cu deosebire pe versantele cu panta mare şi microrelieful cu neuniformitatea pronunţată - pentru valorificarea deplină a avantajelor terasării este necesar ca terenurile ce urmează a fi amenajate să îndeplinească anumite condiţii referitoare la valoarea pantei, uniformitatea versantului, însuşirile solului şi ale substratului litologic, caracteristicile hidrogeologice ale zonei etc.

Limitele de pantă pentru realizarea teraselor sunt foarte largi, diferenţiindu-se pe zone geografice (tab. 16.24).

Tabelul 16.24

Limitele de pantă pentru construcţia teraselor în diferite zone geografice (după *Băloi V.* şi *Ionescu V.*)

Denumirea şi tipul terasei	Limitele de pantă a terenului (%)			
	Africa	America	Asia	Europa
Terase trepte	10 - 35	15 - 30	15 - 70	15 - 70
Terase banchetă şi valuri	1 - 10	1 - 12	1 - 10	8 - 20

Cu cât panta versantului este mai mare, cu atât se îngustează mai mult lăţimea platformei încât executarea lucrărilor de întreţinere în plantaţie devine greoaie, chiar când se amplasează un singur rând pe terasă. Pe de altă parte - cu deosebire în zonele secetoase - terasele înguste nu asigură în sol umiditatea corespunzătoare cerinţelor fiziologice ale plantelor. De asemenea, terasarea terenurilor cu panta mare implică dificultăţi importante privind circulaţia

maşinilor de pe o platformă pe alta în zona de întoarcere şi periclitează integritatea şi stabilitatea amenajării.

În etapa actuală se recomandă terasarea terenurilor viticole numai dacă prin această amenajare se pot asigura condiţii bune de dezvoltare şi exploatare mecanizată a plantaţiei astfel ca să se realizeze producţii cât mai mari cu cheltuieli de execuţie şi de întreţinere convenabile. Prin urmare, în zonele secetoase, versantele care se terasează pentru vița de vie nu trebuie să aibă panta mai mare de 22 % iar în zonele subumedă şi umedă de 25 - 26 %. Se terasează - cu prioritate - versantele lungi şi uniforme, fără schimbări pronunţate de pantă şi care nu necesită mişcări de volume mari de pământ pentru amenajare.

Distanţa între rândurile de vie în plantaţiile de tip intensiv pe terenurile în pantă terasate se recomandă să fie de 2,0 - 2,2 m. Depărtarea de la primul rând de viţă de vie până la piciorul taluzului amonte al platformei terasei se recomandă să fie de 1,6 m (acest interval se lucrează mecanizat) iar distanţa între ultimul rând de viţă de vie şi marginea aval a platformei de 0,8 m; 1,0 m; 1,8 m. Distanţa de 0,8 m sau 1,0 m este corespunzătoare pentru terasele cu până la trei rânduri pe platformă (terasele fiind amplasate pe pantă mai mare de 22 %) iar valoarea de 1,8 m se adoptă în cazul teraselor cu lăţimea platformelor care permite plantarea a cel puţin 4 - 5 rânduri de vie, adică în cazul teraselor amplasate pe terenurile cu panta mai mică de 22 % (fig. 16.17).

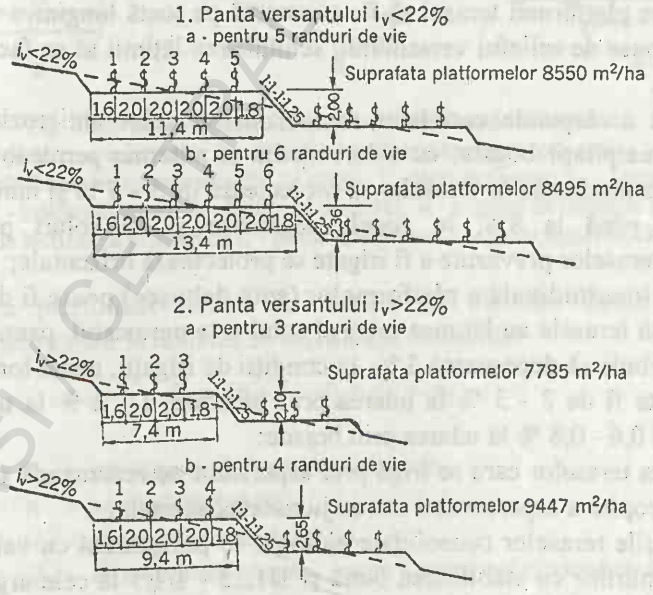


Fig. 16.17 Secţiuni transversale prin terase pentru viţă de vie

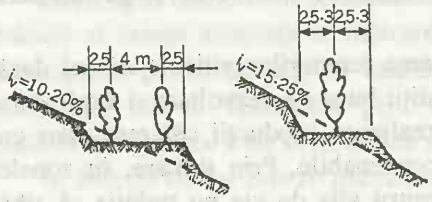


Fig. 16.18 Secţiuni transversale prin terase pentru plantaţii pomicole

La înfiinţarea plantaţiilor de pomi cu talie mică se recomandă terasarea terenurilor cu panta de 15 - 20 %. Terasele realizate în aceste condiţii au panta transversală a platformei de 8 - 10 %, lăţimea de 8,5 - 9,5 m şi valoarea taluzului 1/1 - 1/1,25, putând fi cultivate cu două rânduri de pomi (fig. 16.18).

Pentru speciile cu port înalt se terasează versantele cu panta cuprinsă între 15 - 25 %, terasele având lăţimea platformei de 5 - 6 m. În acest caz, se plantează pe mijlocul platformei un singur rând de pomi (v. fig. 16.18).

Nu toate terenurile cuprinse în limitele de pantă precizate prezintă condiţii favorabile terasării.

Pentru a evita instabilitatea versantului trebuie excluse de la terasare terenurile cu condiţii potenţiale de alunecare precum şi cele cu soluri şi substrat litologic având textura nisipoasă sau argiloasă. De asemenea, nu trebuie terasate versantele cu numeroase izvoare de coastă sau cele cu densitatea mare a formelor eroziunii în adâncime puternic evoluate.

Alegerea tipului de terasă pentru amenajarea plantaţiei impune respectarea următoarelor condiţii:

✓ lăţimea platformei terasei să fie constantă pe toată lungimea tarlalei iar în cazuri impuse de relieful versantului, schimbarea lăţimii să se facă la limita unei parcele;

✓ pentru a răspunde cerinţelor mecanizării şi celor antierozionale - în zonele cu precipitaţii bogate, cu soluri mediu şi puternic permeabile - panta transversală a platformelor teraselor se proiectează de 3 - 5 % şi numai în mod excepţional, până la 8%; în zonele secetoase şi cu soluri permeabile, platformele teraselor prevăzute a fi irigate se proiectează orizontale;

✓ panta longitudinală a platformelor (spre debuşee) poate fi de cel mult 4 - 5 %; dacă terasele au lăţimea mică şi solul este permeabil, panta în lungul terasei nu trebuie să depăşească 3 %; în condiţii de irigaţii, panta longitudinală maximă poate fi de 2 - 3 % la udarea prin picurare, 1 - 2 % la udarea prin aspersiune şi 0,6 - 0,8 % la udarea prin brazde;

✓ lăţimea teraselor care se irigă prin aspersiune se recomandă să fie egală cu raza de stropire a aspersorului sau cu jumătatea acesteia;

✓ taluzurile teraselor consolidate biologic se proiectează cu valoarea 1/1, în cazul terenurilor cu stabilitatea bună şi 1/1,25 - 1/1,5 la cele argiloase sau uşor erodabile.

La proiectarea teraselor, stabilirea elementelor dimensionale (fig. 16.19) se face în concordanţă cu următoarele cerinţe:

✓ să se realizeze mişcări de terasamente cât mai reduse, înălţime mică la taluzuri, suprafaţă cultivabilă pe platforme cât mai mare şi lucrări din beton sau zidărie cât mai puţine;

✓ elementele constructive rezultate din calcul să corespundă distanţei de plantare şi gabaritului maşinilor de lucru;

✓ dimensiunile elementelor teraselor să asigure stabilitatea acestora şi să excludă pericolul de alunecare (la terasele cu taluz înierbat, înălţimea maximă se recomandă să nu depăşească 2,0 - 2,5 m iar la cele consolidate cu zid de sprijin 2,5 - 3,0 m);

✓ amplasamentul teraselor pe versant să permită accesul uşor al maşinilor agricole şi de transport, cu ajutorul unor racordări minime;

✓ să se prevadă - cu prioritate - pentru consolidarea taluzului teraselor, metode biologice sau materiale locale care să permită exploatarea şi întreţinerea acestora cu cheltuieli mici.

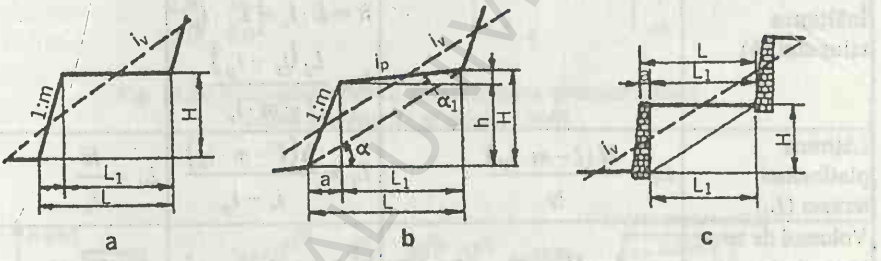


Fig. 16.19 Scheme pentru elementele dimensionale ale teraselor
a - terasă cu platforma orizontală; b- - terasă cu platforma înclinată spre aval şi taluz înierbat; c - terasă cu platforma orizontală şi cu zid de sprijin L - lăţimea terasei; L_1 - lăţimea platformei terasei; H - înălţimea terasei; h - înălţimea taluzului; α - unghiul de înclinare a terenului; α_1 - unghiul de înclinare a platformei; i_v - panta versantului; i_p - panta transversală a platformei;

Lăţimea platformei terasei în funcţie de distanţa dintre rânduri şi depărtările marginale la taluzuri se calculează cu relaţia:

$$L_1 = (n-1)\cdot d_1 + d_2 + d_3 \qquad (16.10)$$

în care:

L_1 este lăţimea platformei terasei, în m;
n - numărul de rânduri;
d_1 - distanţa dintre rânduri, în m.
d_2 - distanţa dintre marginea amonte a platformei şi primul rând, în m;
d_3 - distanţa dintre ultimul rând şi marginea aval a platformei, în m.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Calculul elementelor constructive ale diferitelor tipuri de terase se efectuează folosind relaţiile matematice din tabelul 16.25.

Tabelul 16.25

Relaţii de calcul pentru dimensionarea teraselor

Tipul de terasă / Elementele terasei	Terase cu platforma orizontală şi taluzul înierbat (fig. 16.19 a)	Terase cu platforma înclinată şi taluzul înierbat (fig. 16.19 b)	Terase cu platforma orizontală şi taluzul cu zid de sprijin (fig. 16.19 c)
Lăţimea terasei (L)	$L = L_1 + m \cdot H$	$L = L_1 + m \cdot h$	$L = L_1 + a$
Înălţimea terasei (H)	$H = L \cdot i_v = (L_1 + m \cdot H) \cdot i_v$ $H = \frac{L_1 \cdot i_v}{1 - m \cdot i_v}$	-	$H = L_1 \cdot i_v$
Înălţimea taluzului (h)	-	$h = H - L_1 \cdot i_p$ $h = L \cdot i_v - L_1 \cdot i_p$ $h = \frac{L_1 (i_v - i_p)}{1 - m \cdot i_v}$	-
Lăţimea platformei terasei (L_1)	$L_1 = \frac{H (1 - m \cdot i_v)}{i_v}$	$L_1 = \frac{h (1 - m \cdot i_v)}{i_v - i_p}$	$L_1 = \frac{H}{i_v}$
Volumul de terasamente pentru 1 m lungime de terasă (V)	$V = \frac{L_1 \cdot H}{8}$	$V = \frac{L_1 \cdot h}{8} + \frac{m \cdot h^2}{8}$	$V = \frac{L_1 \cdot H}{8}$

Notă: Semnificaţia simbolurilor este cea din figura 16.19.

Pentru uşurarea dimensionării au fost întocmite tabele şi nomograme care permit stabilirea rapidă a elementelor constructive la diverse tipuri de terase (16.20 şi 16.21).

Construcţia teraselor se execută, de regulă, mecanizat folosind pluguri (de desfundat, balansier, obişnuit) şi maşini terasiere (buldozerul, grederul, eleveting-grederul, screperul etc).

Execuţia teraselor după procedeul debleu-rambleu constă în săparea şi împingerea pământului din amonte de axa terasei spre aval, în limitele lăţimii terasei (fig. 16.22). Acest mod de realizare a teraselor se aplică la construcţia teraselor banchetă şi atunci când trasarea se execută concomitent cu modelarea - netezirea versantului, în cazul pantei mai mari de 15 % şi/sau pe terenuri cu soluri profunde.

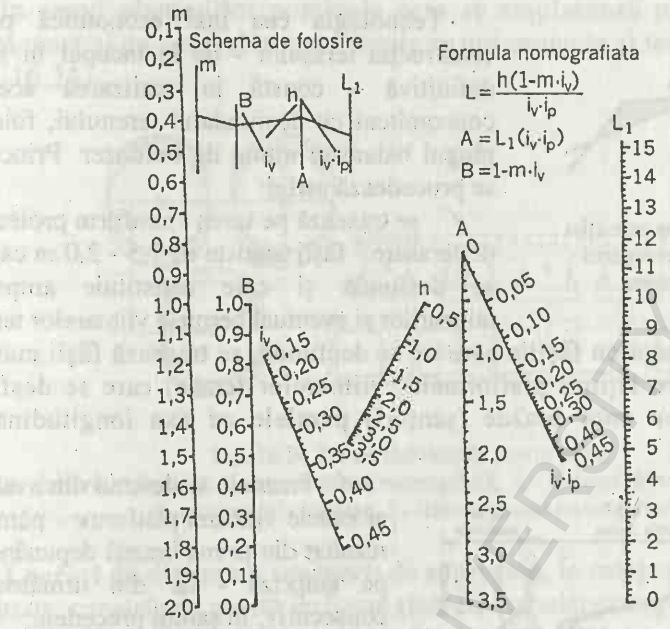


Fig. 16.20 Nomogramă pentru dimensionarea teraselor clasice
(după *Mureşan D.* şi colab., 1966)

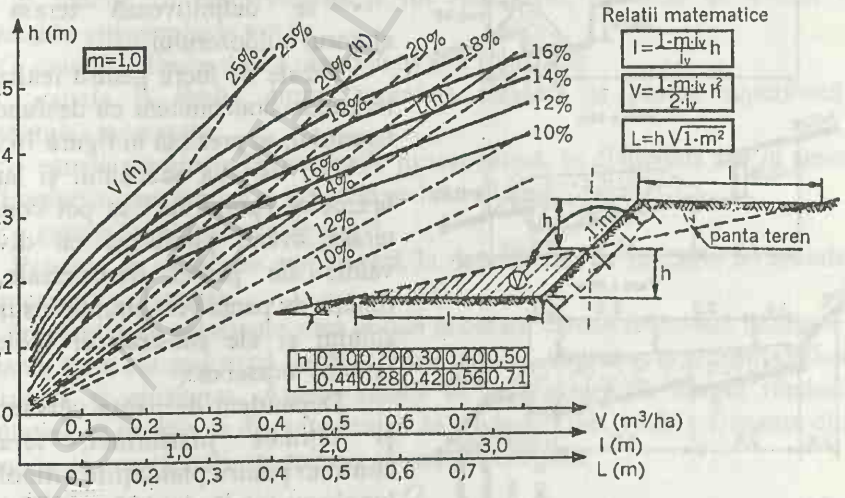


Fig. 16.21 Nomogramă pentru dimensionarea teraselor banchetă
(după *Rădulescu Al.*, 1985)

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

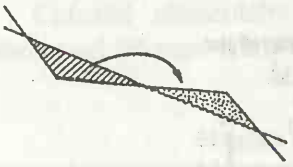


Fig. 16.22 Schema execuției teraselor după procedeul debleu-rambleu

Tehnologia cea mai economică pentru construcția teraselor - de la început în formă definitivă - constă în realizarea acestora concomitent cu desfundatul terenului, folosind plugul balansier ajutat de buldozer. Principial, se procedează astfel:

✓ se trasează pe teren - conform proiectului de terasare - fâşii înguste de 1,5 - 2,0 m care nu se desfundă şi care constituie amprizele taluzurilor şi eventual bermele viitoarelor terase;

✓ în alternanţă cu fâşiile care nu se desfundă, se trasează fâşii mai late (corespunzătoare lăţimii platformelor viitoarelor terase) care se desfundă prin deschiderea unor brazde (şanţuri) paralele cu axa longitudinală a terasei;

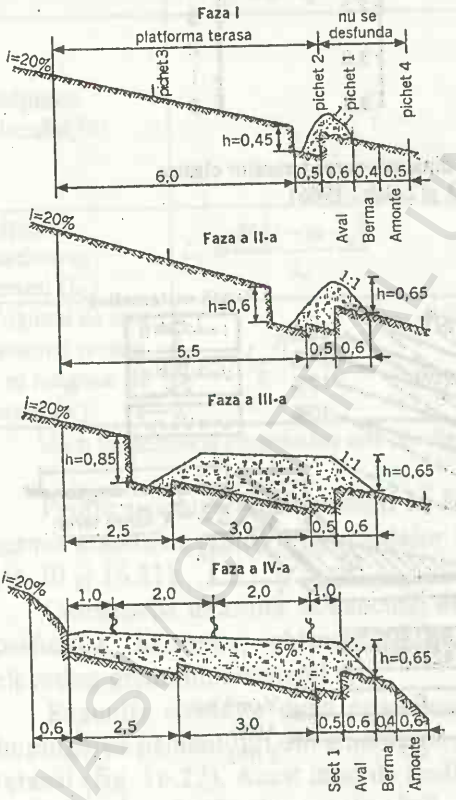


Fig. 16.23 Fazele de lucru pentru construcția teraselor concomitent cu desfundatul terenului

✓ brazdele se deschid din aval spre amontele viitoarei platforme - pământul rezultat din prima brazdă depunându-se pe ampriză - iar din următoarele, consecutiv, în şanţul precedent;

✓ ultimul şanţ din amontele platformei se umple cu pământul rezultat din finisarea taluzului terasei din amonte;

✓ se definitivează terasa cu ajutorul buldozerului.

Fazele de lucru pentru realizarea teraselor, concomitent cu desfundatul terenului, se prezintă în figura 16.23.

Din variaţia adâncimii şi lăţimii brazdelor (şanţurilor) se pot construi terase având platforma cu diverse valori ale pantei transversale, în funcţie de panta versantului, însuşirile solului şi ale substratului litologic, lăţimea terasei etc.

Dependent de panta versantului şi lăţimea platformei, terasele continui pentru plantaţiile viticole au lungimea totală de 450 - 1200 m/ha iar suprafaţa platformelor de circa 6500 - 9100 m^2/ha.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În cazul plantațiilor pomicole care se amplasează pe versantele cu panta mare şi cu denivelări pronunțate se pot proiecta şi terase individuale (fig. 16.24).

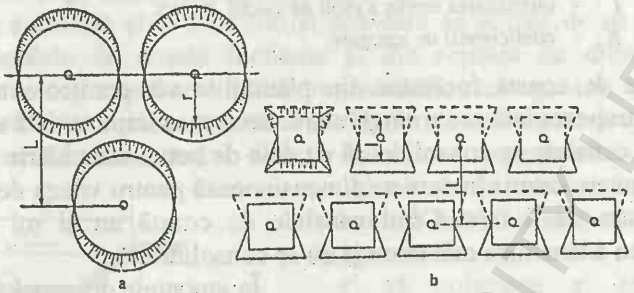


Fig. 16.24 Terase individuale pentru pomi
a - cu platforma circulară, b - cu platforma rectangulară; L - distanța între rândurile de pomi; r - raza terasei circulare; l - lățimea terasei rectangulare

Lucrări de dirijare a scurgerii de suprafață. În categoria acestor lucrări fac parte: canalele de coastă înclinate (inclusiv canalele marginale la drumuri), debuşeele şi canalele de evacuare de la debuşee.

Canalele de coastă înclinate sunt construcții hidrotehnice având rolul de a intercepta şi evacua dirijat surplusul de apă de pe versant, direct în rețeaua hidrografică secundară sau prin intermediul debuşeelor.

În funcție de amplasament şi rol funcțional, canalele de coastă din plantațiile viti-pomicole pot fi:

- ✓ canale la limita dintre plantație şi alte folosințe;
- ✓ canale la limita dintre suprafața terasată şi partea superioară a versantului neterasată;
- ✓ canale marginale la drumurile în serpentină, în diagonală sau în amonte de drumurile care limitează tarlalele pe latura lungă;
- ✓ canale la schimbarea de pantă.

Rețeaua de canale se amplasează în dependență de unitățile teritoriale şi drumurile din plantație.

În plantațiile neterasate sunt uneori necesare canale de coastă înclinate cu distanța între ele mai mică decât lățimea tarlalei, pentru a se controla eficient scurgerea şi eroziunea. Aceste canale se amplasează în lungul rândurilor plantației, în funcție de distanța critică de eroziune (tab. 16.26). Distanța dintre canalele de coastă înclinate trebuie să satisfacă relația:

$$d = \frac{Q}{l \cdot I \cdot K_s} \qquad (16.11)$$

în care:

BCU IAŞI - CENTRUL DE RESURSE LIBRARY

d - este distanța dintre două canale de coastă consecutive, în m;
Q - debitul maxim, cu asigurarea de 10 %, provenit de pe suprafața dintre două canale, în m^3/s;
l - lungimea canalului, în m.
I - intensitatea medie a ploii de calcul, în m/s;
K_s - coeficientul de scurgere.

Canalele de coastă înclinate din plantațiile viti-pomicole au secțiunea transversală trapezoidală sau triunghiulară. Secțiunea trapezoidală se adoptă, de regulă, când canalele se consolidează cu dale de beton sau zidărie de piatră cu mortar de ciment, cazuri în care se dimensionează pentru viteza de circulație a apei mai mare de 2 m/s. Când canalele de coastă au și rol drenant, se proiectează cu adâncimea mai mare și nu se consolidează.

Tabelul 16.26

Distanța (m) recomandată între canalele de coastă înclinate din plantațiile viti-pomicole în funcție de panta terenului și eroziunea critică pe diferite grupe de soluri

Panta terenului (%)	Grupa de soluri		
	I	II	III
< 6	178	122	64
8	100	68	36
10	64	44	23
12	45	31	16
15	26	19	10
17	22	15	8
> 20	16	11	6

În amontele drumurilor trasate de-a lungul curbelor de nivel precum și la drumurile de legătură (deal-vale) se recomandă canale de coastă cu secțiunea triunghiulară, având adâncimea de săpătură de 0,3 - 0,4 m, taluzul din amonte 1/1 - 1/0,5 iar taluzul dinspre drum 1/3 - 1/1,5. Aceste canale se execută mecanizat și, obișnuit, nu se consolidează întrucât ele trebuie refăcute de mai multe ori pe an, mai ales, după producerea ploilor mari. La drumurile principale, consolidate, sau pe tronsoanele cu panta în lungul drumului mai mare de 5 %, canalele marginale se consolidează cu dale din beton sau cu pereu de piatră (fig. 16.25).

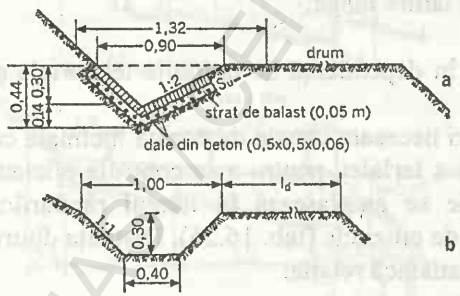


Fig. 16.25 Dimensiunile canalelor marginale drumurilor cu secțiunea: a - triunghiulară; b - trapezoidală (după *Mihaiu Gh.* și colab., 1985)

Secțiunea trapezoidală se adoptă pentru canalele marginale drumurilor numai atunci când acestea evacuează debite mari de apă. În funcție de pantă, aceste canale se consolidează prin înierbare sau mecanic.

Lungimea canalelor de coastă înclinate este, în general, mai mică de 180 - 200 m.

Dimensionarea canalelor de coastă înclinate se face cu ajutorul

relațiilor de calcul cunoscute sau folosind tabele, îndrumătoare, nomograme etc.

Execuția canalelor se realizează, de regulă, mecanizat pentru lucrările de terasamente și manual pentru cele de consolidare.

Debușeele (fig. 16.26) se amenajează pe versantele cu plantații de vii și pomi pentru a colecta și evacua dirijat apa care se scurge de pe platformele teraselor, canalele de coastă înclinate și din rețeaua de drenuri. Ele se proiectează cu secțiunea transversală trapezoidală, rectangulară, triunghiulară sau parabolică și au, obișnuit, traseul pe liniile depresionare de pe suprafața versantului, urmărind, în general, direcția de cea mai mare pantă.

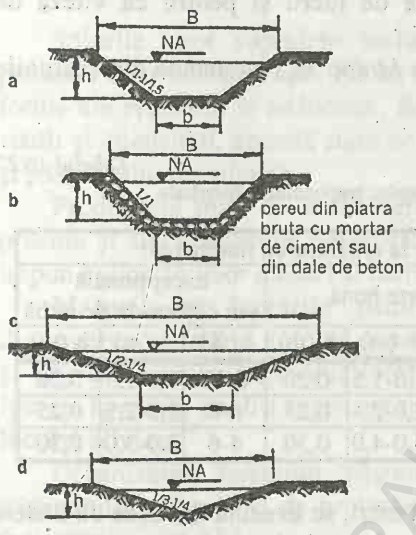


Fig. 16.26 Secțiuni transversale ale debușeelor din plantațiile viti-pomicole
a - trapezoidală, consolidată prin înierbare;
b - trapezoidală, consolidată cu pereu;
c - trapezoidală, consolidată prin înierbare;
d - triunghiulară, consolidată prin înierbare

Amenajarea judicioasă a debușeelor trebuie să îndeplinească câteva condiții fundamentale:

- ✓ să colecteze și să evacueze debitul scurs de pe suprafața aferentă, fără degradarea acesteia, a altor terenuri limitrofe sau a secțiunii debușeului;
- ✓ să aibă traseul cât mai scurt și, pe cât posibil, rectiliniu, pentru a scoate din circuitul producției cât mai puțin teren și a nu stânjeni parcelarea și tarlalizarea plantației;
- ✓ să asigure condiții favorabile pentru executarea mecanizată a lucrărilor în plantație.

Amplasarea debușeelor este subordonată caracteristicilor reliefului și trebuie corelată cu împărțirea plantației în unități teritoriale de lucru și schema de terasare.

Ravenele existente în cuprinsul suprafeței plantației se pot amenaja ca debușee cu condiția ca bazinele de recepție ale acestora să nu fie mai mari de 80 - 100 ha.

Debușeele se pot amplasa pe limita dintre tarlale, dintre parcele sau chiar în interiorul parcelelor. Când se amenajează debușee pe terenurile care se terasează, se are în vedere ca platformele teraselor să fie înclinate longitudinal spre albia debușeului. Pe suprafețele terasate, debușeele dintre parcele și cele situate în interiorul acestora se terasează, spre deosebire de cele proiectate între tarlale. Debușeele care se amplasează în interiorul parcelelor terasate au pe platformele teraselor panta de circa 3 % iar pe taluzuri se amenajează cu căderi în trepte betonate. Pentru a putea fi traversate de agregatele de mașini agricole - cu

care execută lucrările de întreținere în plantație - se recomandă ca debușeele să aibă pe platformele teraselor, secțiunea transversală trapezoidală, cu următoarele dimensiuni: $b = 1,5 - 2,0$ m; $h = 0,4 - 0,5$ m; taluzurile *1/4 - 1/5*.

În funcție de caracteristicile terenului și suprafața de colectare a apei, debușeele neterasate din plantațiile viti-pomicole pot avea secțiunea de curgere consolidată biologic (prin înierbare cu brazde de iarbă), consolidată mecanic (cu dale de beton, beton monolit, pereu de piatră ș. a.) sau mixt.

Debușeele înierbate cu secțiunea parabolică sau trapezoidală, se proiectează cu taluzuri mici (1/4 - 1/5) și cu lățimea la bază mai mare de 1 m, pentru a putea fi traversate de agregatele de lucru și pentru ca viteza de circulație a apei să nu depășească 1,5 m/s.

Pentru debușeele trapezoidale înierbate *Moțoc M.* recomandă dimensiunile din tabelul 16.27.

Tabelul 16.27

Dimensiunile de construcție a debușeelor trapezoidale înierbate

Suprafața de colectare (ha)	Soluri slab rezistente la eroziune cu înierbarea:								
	bună			foarte bună			excepțională sau cu brazde de iarbă		
	i (%)	b (m)	h (m)	i (%)	b (m)	h (m)	i (%)	b (m)	h (m)
0 - 2	2,5-5,0	1,5-2,0	0,25	6-8	1,0-1,5	0,20	8-10	1,0-1,5	0,20
2 - 6	1,2-2,5	2,4-3,5	0,30	5-6	2,0-2,5	0,25	6-8	2,0-2,5	0,25
6 - 9	0,8-1,2	3,0-4,5	0,35	3-5	3,0-4,0	0,30	4-6	2,0-3,0	0,30

În cazul pantei și debitului de transport mari, se execută debușee cu căderi și consolidare mecanică sau se instalează tuburi de beton îngropate cu guri pentru accesul apei, ambele soluții fiind mai costisitoare decât alte modalități de consolidare. De aceea, se amenajează frecvent debușee cu consolidarea mixtă. Acest tip de consolidare se poate aplica în mai multe variante:

- ✓ consolidare biologică pe tronsoanele cu panta mică și mecanică în porțiunile cu panta mare;
- ✓ fundul debușeului consolidat mecanic și taluzurile prin înierbare;
- ✓ consolidare mecanică pentru secțiunea corespunzătoare debitului de transport cu asigurarea de 50 % și consolidare biologică pentru restul secțiunii etc.

Dimensionarea debușeului se face cum s-a arătat în paragraful 16.2.2, în funcție de mărimea debitului de transport și tipul de consolidare, verificându-se viteza de scurgere pe debușeu cu formula clasică a lui *Chézy*.

Dacă lungimea debușeului este mare și suprafața de colectare depășește 3 - 4 ha iar secțiunea se prevede a fi consolidată mecanic, se împarte debușeul în tronsoane și se dimensionează separat fiecare tronson. Procedând astfel, se evită supradimensionarea tronsoanelor din amonte.

Pentru funcţionarea normală a debuşeelor, în unele cazuri, acestea sunt prevăzute cu construcţii anexe cum sunt: cămine de rupere de pantă şi/sau de captare şi racordare, guri de descărcare, traversări, bazine de colectare a apei.

Canalele de evacuare de la debuşee se amenajează când nu se poate realiza descărcarea debuşeului direct în emisar. Au secţiunea transversală trapezoidală consolidată mecanic, mixt sau biologic şi se amplasează pe traseul cel mai scurt între extremitatea aval a debuşeului şi emisar.

16.4 Prevenirea şi combaterea eroziunii solului pe păşuni

Solurile unor suprafeţe înclinate ocupate cu păşuni sunt afectate de procesul eroziunii prin apă. Fie că este vorba de eroziunea de suprafaţă sau de forme ale eroziunii în adâncime, fie că se întâlnesc ambele procese în diferite stadii şi intensităţi, această stare de fapt se datorează atât factorilor naturali cât şi păşunatului neraţional.

Producţiile mici de masă verde care se obţin de pe astfel de terenuri precum şi alte consecinţe nefavorabile, determinate de intensificarea eroziunii impun aplicarea unor măsuri şi lucrări ameliorative.

Masurile şi lucrările pentru ameliorarea păşunilor degradate şi diminuarea eroziunii solului cuprind: organizarea terenului păşunii, măsuri şi lucrări simple (agroameliorative) pentru refacerea covorului ierbos, lucrări speciale pentru interceptarea şi diminuarea scurgerii de suprafaţă şi lucrări silvice.

Organizarea terenului păşunilor reprezintă condiţia fundamentală a păşunatului raţional şi de protecţie a covorului ierbos, inclusiv pe terenurile înclinate (v. cap. IX).

16.4.1 Măsuri şi lucrări simple (agroameliorative) pentru refacerea covorului ierbos

La păşunile situate pe versante, degradarea covorului vegetal este cauza principală atât a intensificării eroziunii solului cât şi a producţiei mici de masă verde.

Între lucrările simple pentru refacerea şi conservarea covorului ierbos al păşunilor de pe versante fac parte: supraînsămânţarea, reînsămânţarea, întreţinerea pajiştii, brăzduirea, scarificarea păşunii şi păşunatul raţional.

Supraînsămânţarea cu un amestec de ierburi corespunzător - în care să predomine gramineele - dă rezultatele cele mai bune pe versantele umbrite din zonele umede. Reuşita supraînsămânţării depinde mult de perioada de execuţie a lucrării şi de nivelul de fertilizare realizat prin aplicarea îngrăşămintelor.

Reînsămânţarea cu graminee şi/sau leguminoase perene presupune desţelenirea prealabilă a pajiştii. Desţelenirea păşunii în scopul reînsămânţării trebuie realizată în funcţie de grosimea stratului cu ţelină, cantitatea de materie organică din sol, regimul climatic, erodabilitatea solului etc. În general, desţelenirea se realizează la sfârşitul verii - începutul toamnei, cu atât mai timpuriu cu cât stratul de ţelină este mai gros, executând arătura în lungul curbelor de nivel, cu brazdele cât mai înguste şi răsturnate la 180°. Este bine ca adâncimea arăturii să fie variată; fâşiile cu arătura adâncă să alterneze pe acelaşi versant cu fâşiile arate mai la suprafaţă. În felul acesta, se contribuie, în mai mare măsură, la ameliorarea regimului hidrologic al solului prin sporirea capacităţii acestuia de a reţine apa din scurgerea de suprafaţă.

Păşunile cu stratul de ţelină subţire sau puternic erodate se recomandă să fie desţelenite primăvara timpuriu, pentru preîntâmpinarea eroziunii provocate de ploile din toamnă şi scurgerea din topirea zăpezii la sfârşitul iernii.

Pe versantele cu panta mare şi variată, mai ales când există şi pericolul alunecărilor de teren, este oportună desţelenirea în benzi, late de 20 - 60 m - în funcţie de pantă - care să alterneze cu benzi de aceeaşi lăţime, ce urmează să fie desţelenite în anii următori, după ce porţiunile reînsămânţate s-au acoperit bine cu vegetaţie.

Pentru formarea unui covor ierbos bine încheiat şi durabil este necesar ca pajiştea reînsămânţată să fie folosită ca fâneaţă în primii ani. Cu cât panta este mai mare, cu atât durata pentru utilizarea ca fâneaţă trebuie să fie mai lungă. Versantele însorite reclamă scutirea mai îndelungată de la păşunat decât cele umbrite.

Criteriul principal în alegerea duratei de folosire ca fâneaţă îl constituie componenţa speciilor de ierburi semănate. Când leguminoasele predomină faţă de graminee, versantul se foloseşte ca fâneaţă 2 - 3 ani de vegetaţie. Dacă s-au însămânţat leguminoase în exclusivitate, folosirea ca păşune este raţională numai în ultimii 1 - 2 ani de existenţă a pajiştii - când s-au înmulţit gramineele spontane - după care pajiştea se desţeleneşte din nou. Versantele însămânţate cu ierburi rezistente la păşunat (păiuşul roşu, iarba câmpului, zâzania, păiuşul de livezi etc) pot fi folosite la păşunat din al doilea an, cu condiţia să se aplice îngrăşăminte şi să se păşuneze raţional.

Conservarea productivităţii unei pajişti pentru un număr cât mai mare de ani se poate realiza prin exploatarea alternativă ca fâneaţă şi păşune întrucât în anii de folosire ca fâneaţă se dezvoltă, mai ales, speciile cu talie înaltă iar prin păşunat, se înmulţesc speciile de ierburi cu talie mică. În felul acesta se creează un covor vegetal echilibrat, favorabil producţiei ridicate de masă verde şi se asigură o bună protecţie antierozională.

Împrăştierea muşuroaielor şi baligilor, curăţirea periodică de mărăcini şi cosirea tufelor de ierburi nepăscute contribuie la prelungirea existenţei unui covor ierbos valoros şi fireşte, la diminuarea intensităţii eroziunii solului.

Brăzduirea păşunilor de pe terenurile înclinate contribuie la diminuarea eroziunii şi la îmbunătăţirea regimului de umiditate a solului. Lucrarea constă în executarea unor brazde de-a lungul curbelor de nivel, cu adâncimea de 20 - 25 cm şi distanţate la 5 - 8 m unele de altele. Brăzduirea păşunilor - executată toamna târziu sau primăvara devreme - este recomandabilă pe versantele cu panta până la 25 - 30 %. Pentru evitarea ruperii brazdelor prin concentrarea scurgerii de suprafaţă, acestea se întrerup la distanţa de 20 - 30 m în aşa fel încât întreruperile la brazdele consecutive să nu se afle pe aceeaşi linie de cea mai mare pantă.

Scarificarea păşunilor - pe întreaga suprafaţă sau în benzi - contribuie, de asemenea, la reducerea eroziunii şi sporirea producţiei de masă verde.

Pentru păstrarea pe versante a unui covor ierbos de calitate este necesar ca în cadrul păşunatului raţional, să se oprească păşunatul de toamnă cu cel puţin 3 - 4 săptămâni înaintea îngheţului stabil de iarnă iar primăvara să înceapă păşunatul numai după ce ierburile au 12 - 15 cm înălţime. De asemenea, păşunatul trebuie întrerupt în timpul producerii ploilor şi imediat după acestea, când solul este supraumezit.

16.4.2 Lucrări speciale pentru interceptarea şi reţinerea scurgerii de suprafaţă pe păşuni

Ca şi în cazul altor categorii de folosinţă, pe păşunile cu panta mare, eficacitatea măsurilor şi lucrărilor agroameliorative se îmbunătăţeşte prin completarea lor cu lucrări speciale de interceptare şi reţinere a scurgerii de suprafaţă.

Din categoria acestor lucrări, pe păşuni se aplică, în mod obişnuit, valurile orizontale de pământ şi canalele de coastă.

Valurile orizontale de pământ sau *valurile de nivel* sunt coame paralele cu curbele de nivel, formate prin mobilizarea şi aglomerarea pământului din orizontul de la suprafaţa solului, folosindu-se - de regulă - grederul sau autogrederul.

În secţiunea transversală, valul de pământ are forma unei ridicături cu înălţimea de 0,3 - 0,6 m, lăţimea de 4 - 6 m şi taluzurile 1/3 - 1/5, fiind limitat în amonte de un şanţ cu deschiderea largă (fig. 16.27).

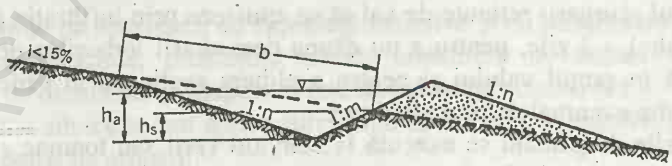


Fig. 16.27 Schema secţiunii transversale printr-un val de pământ

Valurile de nivel se proiectează pe pășunile erodate din zonele de stepă și silvostepă cu precipitații puține, pe versantele uniforme, cu panta mai mică de 15 %, soluri permeabile și fără pericol de alunecări de teren. Se mai folosesc și în bazinele de recepție ale ravenelor cu debitul afluent mic și terenuri având condiții de infiltrație și stabilitate bune.

Pentru a-și îndeplini rolul funcțional, valurile de nivel au distanța dintre ele și dimensiunile secțiunii transversale concordante cu cerințele reținerii totale a scurgerii, în condițiile eroziunii admisibile. Distanța dintre două valuri de nivel consecutive (tab. 16.28) trebuie astfel stabilită încât șanțul din amontele valului să poată reține întregul volum al scurgerii din amonte, la ploaia maximă în 24 de ore, cu asigurarea de 10 %.

Tabelul 16.28

Distanța dintre valurile de nivel (valori orientative în m) în funcție de panta terenului și erodabilitatea solului

Panta terenului (%)	Soluri cu erodabilitatea:		
	mică	mijlocie	mare
6	38	32	28
8	31	26	23
10	26	23	19
12	24	21	17
15	21	17	14

Considerând - pe linia de cea mai mare pantă între două valuri de nivel consecutive - o fâșie de teren cu lățimea de 1 m, volumul scurgerii de pe această fâșie, la ploaia maximă în 24 de ore, cu asigurarea de calcul este:

$$V_s = d \cdot K_s \cdot H \qquad (16.12)$$

dar:

$$V_s = V_r \qquad (16.13)$$

de unde:

$$d = \frac{V_r}{K_s \cdot H} \qquad (16.14)$$

în care:

V_s este volumul scurgerii între două valuri consecutive cu lungimea de 1 m, în m^3;

d - distanța între două valuri consecutive, în m;

K_s - coeficientul de scurgere;

H - ploaia maximă în 24 de ore cu asigurarea de calcul, în m;

V_r - volumul de reținere pe 1 m lungime de val, în m^3.

$$V_r = h_a^2 \frac{m+n}{2} \qquad (16.15)$$

Semnificația elementelor din relația 16.15 este cea din figura 16.28.

La dimensionarea valurilor de nivel trebuie să se țină seama de necesitatea ca volumul scurgerii reținute de val să se epuizeze prin infiltrație și evaporație în cel mult 1 - 2 zile, pentru a nu dăuna dezvoltării ierburilor prin stagnarea prelungită în șanțul valului și pentru a elibera secțiunea în vederea reținerii scurgerii din eventualele ploi ulterioare.

Valurile de pământ se execută la sfârșitul verii sau toamna - cu grederul sau autogrederul, prin 3 - 4 treceri - în funcție de dimensiunea valului și panta terenului.

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Canalele de nivel (*orizontale*) se amplasează - ca şi valurile - în zonele secetoase, pe terenurile permeabile fără potenţial de alunecare. Se aplică, în special, pe versantele cu panta mai mare de 10 - 12 % din bazinele de recepţie ale ravenelor, în scopul interceptării şi reţinerii pentru infiltrare a scurgerii de suprafaţă.

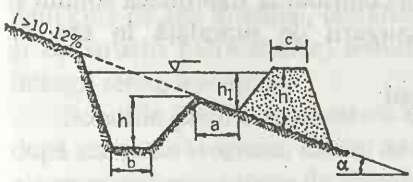


Fig. 16.28 Schema secţiunii transversale printr-un canal de nivel

Se proiectează cu forma secţiunii transversală trapezoidală (fig. 16.28) sau parabolică iar pentru a li se mări capacitatea de reţinere sunt prevăzute în partea aval cu un dig sau un val mic, cu sau fără bermă.

Elementele dimensionale ale secţiunii transversale se diferenţiază în funcţie de pantă, însuşirile solului şi agresivitatea climatică în zonă, variind în limite relativ largi.

Se recomandă următoarele valori pentru elementele secţiunii transversale a unui canal de nivel:

- ✓ lăţimea la fund a canalului $b = 0,5 - 1,0$ m;
- ✓ adâncimea apei $h = 0,5 - 0,8$ m;
- ✓ lăţimea bermei $a = 0,5 - 1,0$ m;
- ✓ înălţimea digului $h_1 = 0,5 - 0,8$ m;
- ✓ lăţimea la coronament a digului $c = 0,4 - 0,6$ m;
- ✓ valorile taluzurilor $1/n = 1/1 - 1/1,5$.

Distanţa dintre două canale de coastă orizontale consecutive se determină ca şi în cazul valurilor de nivel.

Pentru preîntâmpinarea circulaţiei apei în lungul canalelor, acestea se compartimentează cu pinteni de pământ la distanţa de 5 - 15 m, în funcţie de abaterea traseului de la direcţia strictă a curbelor de nivel.

Execuţia canalelor de nivel se poate face mecanizat şi manual. Procesul tehnologic cuprinde trasarea canalului, curăţirea şi aratul amprizei digului, săparea propriu-zisă a canalului, construcţia digului cu pământul obţinut din săpătură, tasarea acestuia şi înierbarea taluzului digului.

16.4.3 Lucrări silvice pe păşuni

Pe păşunile cu eroziunea de suprafaţă excesivă şi cu numeroase forme ale eroziunii în adâncime, plantaţiile silvice constituie nu numai un mijloc ameliorativ de durată dar şi singura formă de folosinţă economică.

Plantaţiile silvice se pot aplica sub formă de împăduriri masive, perdele de protecţie şi benzi de arbuşti.

Împăduririle masive sunt recomandabile pe suprafeţele din vecinătatea formelor evoluate şi active ale eroziunii în adâncime, cu terenul puternic

înclinat, cu variaţii mari de pantă şi eroziunea excesivă precum şi pe terenurile alunecătoare, deosebit de frământate, adică pe acele suprafeţe inutilizabile economic oricărei folosinţe agricole.

Speciile care intră în componenţa plantaţiei trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- ✓ să dezvolte rădăcini puternice pentru a contribui la stabilitatea solului şi subsolului precum şi la transformarea scurgerii de suprafaţă în apă de infiltraţie;
- ✓ să nu fie pretenţioase la condiţiile de sol;
- ✓ să drajoneze puternic;
- ✓ să formeze o litieră bogată.

Perdelele silvice de protecţie sunt plantaţii sub formă de fâşii lungi, înfiinţate, în mod deosebit pe păşuni, în scopul reducerii vitezei vântului, al regularizării scurgerii şi combaterii eroziunii solului.

După amplasament, perdelele forestiere pot fi pe cumpăna apelor, pe versante şi pe marginile formelor eroziunii în adâncime.

Perdelele înfiinţate pe cumpăna apelor au rolul principal de a asigura repartiţia uniformă a zăpezii, favorizând topirea ei lentă şi infiltrarea în sol a apei rezultate, dar contribuie şi la atenuarea vitezei vântului în bazinele hidrografice. Lăţimea acestor perdele este, obişnuit, mai mică de 20 m.

Perdelele pentru regularizarea scurgerii se aplică pe versantele lungi, în funcţie de relieful acestora. Pe versantele cu profilul drept, de exemplu, perdelele antierozionale se amplasează la 300 - 400 una de alta. Ele sunt orientate în lungul curbelor de nivel, cu abateri admise de 2 - 4 %. În funcţie de intensitatea eroziunii au lăţimea de 10 - 20 m.

Uneori, perdelele forestiere au şi funcţia de delimitare a parcelelor de păşunat.

Perdelele forestiere de pe marginile formelor eroziunii în adâncime au rolul de a regla accesul apei în ogaşe şi ravene, de a consolida vârfurile şi malurile lor şi - împreună cu plantaţiile masive de pe taluzurile şi fundurile acestor forme de eroziune - de a frâna creşterea lor în lungime, lăţime şi adâncime.

16.5 Combaterea eroziunii în adâncime

Eroziunea în adâncime scoate din circuitul producţiei suprafeţe însemnate de teren, stânjeneşte considerabil aplicarea tehnologiilor agricole şi generează peste 30 % din efluenţa aluvionară a râurilor din România, contribuind în mare măsură la poluarea apelor, la colmatarea plantelor de cultură de pe terenurile joase, a căilor de comunicaţie, lacurilor de acumulare etc.

Lucrările de combatere a eroziunii în adâncime urmăresc, fie recuperarea şi reintegrarea în folosinţele agricole şi/sau silvice a suprafeţelor ocupate efectiv de formele eroziunii în adâncime, fie amenajarea acestor forme pentru oprirea dezvoltării lor.

Dacă ogaşele şi ravenele se găsesc izolate pe feţele versantelor - fără să aibă legătură directă cu reţeaua hidrografică - amenajarea comportă lucrări uşoare care, concomitent cu limitarea dezvoltării eroziunii, realizează reintegrarea (parţială sau totală) în circuitul producţiei a suprafeţelor lor.

Dacă formele eroziunii în adâncime fac parte din reţeaua hidrografică a unui curs de apă torenţial, lucrările ameliorative care se aplică (plantaţii silvice şi construcţii hidrotehnice) trebuie să se încadreze în planul de amenajare a întregii reţele torenţiale.

Soluţiile pentru combaterea eroziunii în adâncime se adoptă diferenţiat, după starea de eroziune, modul de folosire a terenului, caracteristicile intrinseci ale scurgerii concentrate de viitură şi amploarea pagubelor provocate.

16.5.1 Lucrări de stingere şi desfiinţare a ogaşelor şi ravenelor mici şi de reintegrare în circuitul productiv a terenurilor afectate de eroziunea în adâncime

Formele puţin evoluate ale eroziunii în adâncime (*rigolele propriu-zise*) se desfiinţează pe toate categoriile de folosinţă ale terenului prin lucrări de netezire - modelare, executate cu maşinile terasiere şi finisate cu nivelatoarele.

Ogaşele şi ravenele mici evoluate pe terenurile arabile se desfiinţează, de regulă, prin umplere cu pământ de pe suprafaţa învecinată. Umplerea se face cu buldozerul, adaptând schema de lucru condiţiilor de pantă, poziţiei şi dimensiunilor ogaşului sau ravenei.

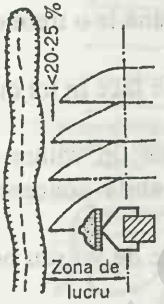


Fig. 16.29 Schema de lucru „în suveică" a buldozerului pentru astuparea unui ogaş

Dacă panta terenului este mai mică de 20 - 25 % şi ogaşul - orientat pe linia de cea mai mare pantă - are lungimea până la 80 - 100 m, buldozerul poate lucra „în suveică", împingând pământul perpendicular pe axa ogaşului, dintr-o singură parte (fig. 16.29) sau din ambele părţi. Lăţimea zonei de lucru este de circa 10 m pentru adâncimea ogaşului mai mică de 1 m şi de aproximativ 20 m pentru adâncimea mai mare de 1 m. Dacă ogaşul are lungimea mai mare de 80 - 100 m, înainte de umplerea cu pământ se recomandă ca la intervale de 40 - 50 m să se amenajeze în secţiunea acestuia praguri din pământ bine compactat - asociate sau nu - cu garduri de nuiele, în felul acesta, asigurându-i-se umpluturii o bună stabilitate.

Pe terenurile cu panta mai mare de 20 - 25 % şi la ogaşele cu adâncimea mică (< 1 m), buldozerul lucrează bine pe ambele părţi ale formei eroziunii în adâncime, deplasându-se din deal în vale, cu lama puţin

înclinată, pentru a împinge pământul în secţiunea ogaşului. La prima trecere, lama maşinii trebuie să depăşească malul cu 15 - 20 cm iar la următoarele, deplasările se fac la distanţă mai mare de marginea ogaşului. Cu cât adâncimea ogaşului şi deci şi grosimea umpluturii sunt mai mari, cu atât mai mult este necesară tasarea pământului cu tractorul, pe straturi succesive cu grosimea de 30 - 40 cm.

După astuparea secţiunii ogaşului, asigurând compactarea cât mai bună a umpluturii şi supraînălţarea faţă de cota terenului învecinat cu 5 - 10 % din grosimea pământului pus în operă, se finisează lucrarea prin netezirea terenului cu nivelatorul.

Suprafaţa de pe care se decapează pământului pentru umplerea ogaşului depinde de mărimea secţiunii acestuia, avându-se în vedere ca - în funcţie de dezvoltarea profilului de sol - grosimea stratului mobilizat din orizontul superior să se încadreze în limitele 10 - 20 cm iar distanţa de transport pentru buldozer să nu depăşească 30 - 40 m.

Dacă pentru astuparea cu pământ trebuie decapat orizontul cu humus pe grosime mare, pentru a evita degradarea fertilităţii solului pe terenul din vecinătatea ogaşului, se decopertează stratul fertil de la suprafaţă şi se depozitează în grămezi în apropierea zonei de lucru, se execută umplerea prin mişcarea pământului din straturile inferioare ale solului, se realizează corespunzător tasarea şi netezirea umpluturii după care, pământul fertil se împrăştie uniform pe întreaga suprafaţă lucrată.

După desfiinţarea ogaşelor prin umplere cu pământ - şi în general, după lucrările de netezire a versantului - este necesară fertilizarea suplimentară a solului din zona lucrată cu doze mărite de îngrăşăminte, cu până la o treime din doza aplicată pe restul suprafeţei (*Popa A.* şi colab., 1984).

Umplerea cu pământ a ogaşelor şi ravenelor mici se poate face în tot cursul anului, exceptând perioadele cu îngheţ şi cele cu ploi mari.

Dacă pentru umplerea ogaşului sau ravenei este necesar un volum prea mare de pământ şi configuraţia versantului rămâne favorabilă concentrării scurgerii de suprafaţă, atunci terenul lucrat se înierbează.

Pe versantele care urmează a fi terasate pentru plantaţiile de vii sau pomi, ogaşele se umplu cu pământ sau se amenajează ca debuşee.

În cazul în care pe versant apar mai multe ogaşe grupate, se iau măsuri de apărare frontală, cu ajutorul canalelor de coastă, se taluzează şi se înierbează secţiunile acestora sau se folosesc chiar plantaţii de specii silvice cu înrădăcinare puternică.

Dacă ogaşul s-a format în albia unui element al reţelei hidrografice vechi (viroagă, văiugă, vâlcea) trebuie împădurit şi amenajat cu lucrări transversale din lemn, care să-i confere o oarecare stabilitate până la instalarea vegetaţiei forestiere.

Râpele se amenajează - ca şi ogaşele - în funcţie de locul de formare şi de folosinţa terenului. Cele care apar pe terenurile arabile şi pe păşuni se taluzează şi se înierbează iar cele din teritoriul silvic se împăduresc.

Dacă terenul pe care se găseşte râpa urmează să fie terasat pentru plantaţii viti-pomicole, se studiază posibilitatea amenajării râpei ca şi restul terenului. Dacă terasarea şi integrarea în plantaţia viti-pomicolă nu este posibilă, râpa se poate planta cu arbuşti fructiferi (coacăz, agriş, zmeur etc) sau, dacă sunt semne evidente de instabilitate a terenului, se împădureşte. De asemenea, se împăduresc şi râpele din perimetrele construibile, cele din vecinătatea căilor de comunicaţie importante, ca şi cele formate pe malurile cursurilor de apă ale văilor torenţiale.

Ravenele se amenajează după criteriile ameliorative ale reţelei torenţiale, fie că se găsesc izolate pe feţele versantelor lungi, fie că fac parte din reţeaua complexă a unui curs de apă cu caracter torenţial.

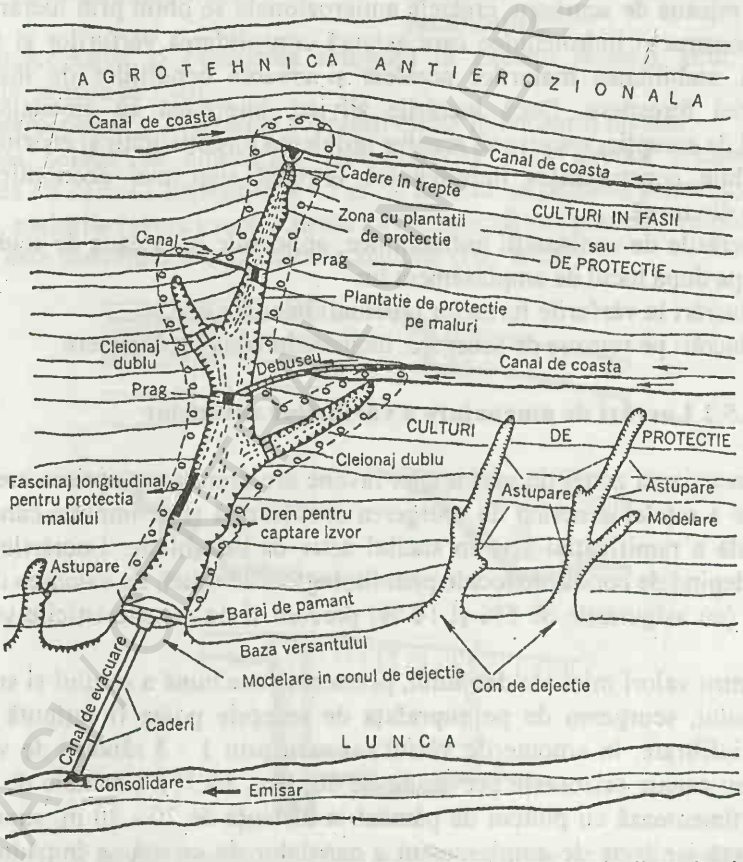


Fig. 16.30 Schema de amenajare cu lucrări pentru combaterea eroziunii în adâncime (după *Stăncescu L.* şi colab.)

Lucrările antierozionale care se aplică în cazul ravenelor şi văilor torenţiale au menirea să oprească dezvoltarea acestor forme ale eroziunii în adâncime, să realizeze în interacţiunea curent - albie starea de echilibru relativ, caracterizat printr-un schimb redus de aluviuni şi să asigure evacuarea dirijată a debitelor maxime în emisar.

Aceste cerinţe pot fi satisfăcute prin lucrări care se aplică în bazinul de recepţie, în reţeaua de scurgere şi în zona de depunere a ravenei sau a organismului torenţial (fig. 16.30).

Lucrările din bazinul de recepţie trebuie să reducă debitul afluent (lichid şi solid) spre reţeaua formelor eroziunii în adâncime. Pentru aceasta, amenajările din bazinul de recepţie cuprind măsurile şi lucrările specifice prevenirii şi combaterii eroziunii de suprafaţă (organizarea antierozională a terenului, lucrări simple agrofitoameliorative, amenajări speciale şi lucrări silvice).

În reţeaua de scurgere, efectele antierozionale se obţin prin lucrări silvice şi de construcţii hidrotehnice care asigură consolidarea vârfurilor şi fundului ravenei, stabilitatea malurilor acesteia şi crearea condiţiilor de instalare a vegetaţiei forestiere. Dacă lucrările silvice, împreună cu amenajările din bazinul de recepţie, reuşesc să rezolve problema torenţialităţii şi eroziunii, sunt preferabile construcţiilor hidrotehnice întrucât sunt mai economice decât acestea din urmă.

Lucrările de construcţii hidrotehnice, aplicabile în reţeaua de scurgere, se pot grupa după locul de amplasament în:

- ✓ lucrări la vârfurile formelor eroziunii în adâncime;
- ✓ lucrări pe reţeaua de scurgere, inclusiv în zona de depunere.

16.5.2 Lucrări de amenajare a vârfurilor ravenelor

Amenajarea zonei de vârf a unei ravene are drept scop oprirea creşterii în lungime a reţelei generată de scurgerea concentrată şi se impune când partea terminală a ramificaţiei este în stadiul activ de dezvoltare. Lucrările care se aplică depind de condiţiile locale pedolitologice, de relief, de valoarea debitului afluent (cu asigurările de 5% şi 10 %) precum şi de caracteristicile vârfurilor reţelei.

Pentru valori mici ale debitului, permeabilitate bună a solului şi stabilitate a terenului, scurgerea de pe suprafaţa de recepţie poate fi reţinută integral pentru infiltrare, în amonte de vârful ravenei, prin 1 - 3 rânduri de valuri de nivel sau canale orizontale prevăzute de dig (fig. 16.31). Canalele de nivel se compartimentează cu pinteni de pământ la distanţa de 20 - 30 m, suprafaţa se înierbează iar zona de amplasament a canalelor de coastă se împădureşte pe lăţimea de 20 - 40 m faţă de vârfurile şi malurile ramificaţiilor terminale ale ravenei.

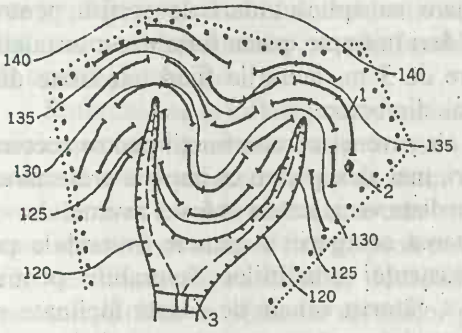


Fig. 16.31 Amenajarea zonei de vârf a unei ravene cu canale de nivel şi plantaţie silvică
1 - canale de nivel; 2 - zonă împădurită;
3 - lucrare transversală

Uneori, zona din vecinătatea obârşiei ravenei poate fi menţinută înierbată şi folosită ca fâneaţă.

Dacă din diferite motive (debit afluent mai mare de 4 - 5 m^3/s, permeabilitate redusă a terenului, condiţii potenţiale de alunecare etc) apa nu poate fi reţinută, se execută lucrări de interceptare şi evacuare dirijată a scurgerii, caz în care se pot folosi următoarele soluţii de amenajare:

- ✓ interceptarea şi evacuarea scurgerii chiar pe la vârful ramificaţiei;
- ✓ interceptarea şi evacuarea scurgerii în canalul ravenei, prin puncte favorabile, situate în aval;
- ✓ interceptarea şi evacuarea scurgerii direct în emisarul natural.

Prima soluţie de amenajare este potrivită dacă debitul afluent - cu asigurarea de calcul - depăşeşte 4 - 5 m^3/s, terenul nu permite construcţia unui debuşeu, malurile ravenei sunt ocupate cu construcţii sau plantaţii valoroase iar lucrarea este convenabilă sub aspect economic (fig. 16.32).

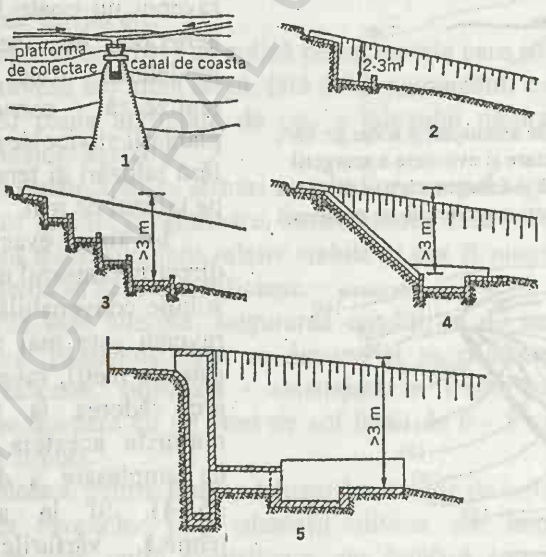


Fig. 16.32 Scheme de amenajare pentru accesul scurgerii pe la vârfurile ravenei
1 - vedere în plan; 2 - zid de sprijin; 3 - cădere în trepte; 4 - instalaţie de curent rapid;
5 - instalaţie tubulară

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În cadrul acestui tip de amenajare se aplică ziduri de sprijin pentru adâncimea la vârf mai mică de 3 m, căderi în trepte, pante forțate sau instalații tubulare, în cazul adâncimii mai mare de 3 m, lucrările fiind executate din zidărie de piatră cu mortar de ciment sau din beton.

Echiparea ramificațiilor terminale ale ravenei cu construcții pentru accesul apei pe la vârfuri implică cheltuieli mari, mai ales, pentru că impune proiectarea și execuția lucrărilor transversale din imediata vecinătate a obârșiei ravenei.

Soluția cu interceptarea și evacuarea scurgerii în puncte favorabile pe canalul ravenei este subordonată existenței condițiilor favorabile pentru construcția unui debușeu și eventual, a câtorva canale de coastă înclinate și drenuri afluente la debușeu, care să se descarce în ravenă prin disipatorul hidraulic de energie al unei lucrări transversale (fig. 16.33).

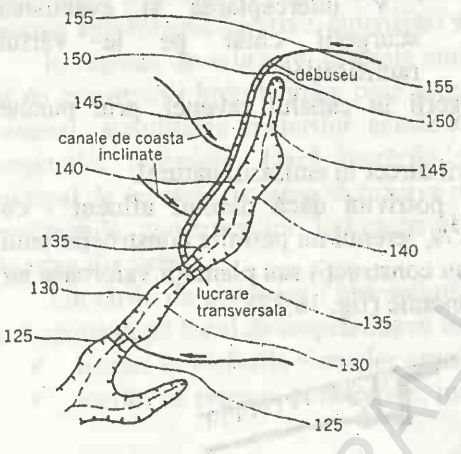


Fig. 16.33 Schema de amenajare a zonei de vârf, cu lucrări de colectare și evacuare a scurgerii prin canale de coastă și debușeu, care se descarcă în radierul unei lucrări transversale de pe ravenă

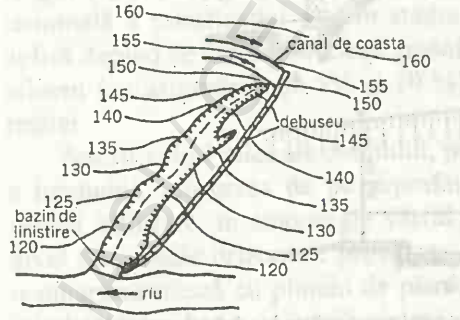


Fig. 16.34 Schemă de amenajare a unei ravene cu evacuarea scurgerii direct în emisarul natural

La adoptarea acestei soluții, costul lucrărilor de consolidare a vârfurilor ravenei se reduce considerabil, mai ales dacă ramificațiile terminale pot fi astupate și înierbate. În plus, lucrările transversale de construcții hidrotehnice se execută numai de la locul de descărcare a debușeului spre aval. Când partea terminală a ravenei nu poate fi astupată și în general, nu se poate face modelarea zonei de vârf, se realizează consolidarea prin plantații silvice de protecție, cu sau fără taluzări și terase cu gărdulețe pe taluzul de mal.

În fine, evacuarea scurgerii direct în emisarul natural poate fi o soluție convenabilă când lungimea ravenei este mai mică de câteva sute de metri, ravena este adâncă, are căderea la vârf mare iar malurile acesteia oferă condiții de amplasare a debușeului (fig. 16.34). Și la această soluție tehnică, vârfurile și malurile ravenei se consolidează biologic, folosindu-se - după caz - înierbarea

sau împădurirea, uneori în combinaţie cu taluzări sau terase cu gărdulețe. Când este necesară împădurirea, se plantează întreaga suprafaţă ocupată de canalele de coastă şi debuşeu.

Referindu-se la influenţa execuţiei lucrărilor de la vârfurile ravenelor asupra eficienţei tehnice şi economice a unor amenajări din Moldova, *Popovici G.*, constată că deteriorarea într-un timp relativ scurt a unor lucrări se poate produce şi ca efect al unor cauze care pot fi evitate, ca de exemplu: schimbarea unor soluţii constructive faţă de proiect, taluzarea defectuoasă a malurilor înalte din vecinătatea construcţiilor hidrotehnice, amplasarea părţii terminale a construcţiilor de la vârfurile ravenelor pe terasamente insuficient compactate, executarea unor peree cu zidărie de slabă rezistenţă etc.

16.5.3 Lucrări de amenajare pe reţeaua de scurgere

Lucrările care se execută pentru consolidarea şi stabilizarea malurilor şi fundului ravenei sau ale văii torenţiale pot fi de terasamente, biologice şi mecanice. Ele se aplică diferenţiat, în funcţie de cerinţele rezultate în urma prelucrării şi interpretării datelor de studii ale condiţiilor social - economice.

Lucrări de amenajare a malurilor. Amenajarea malurilor ravenelor şi cursurilor de apă torenţiale se realizează concomitent cu lucrările de consolidare a fundului albiei şi se asigură - după caz - prin înierbare, împădurire, îmbrăcăminte din diverse materiale, contrabanchete din anrocamente, căsoaie, gabioane, ziduri de sprijin etc.

Consolidarea prin înierbare se aplică pe sectoarele care se pot astupa şi în porţiunile unde ravena are albia largă, fără debit permanent, cu taluzuri relativ stabilizate, având panta apropiată de cea a taluzului natural iar terenurile limitrofe sunt folosinţe agricole.

În general, însămânţarea cu ierburi a malurilor ravenei se poate face cu sau fără ajutorul unor lucrări pregătitoare. Însămânţarea fără lucrări pregătitoare este posibilă când taluzurile sunt relativ stabile şi pot fi menţinute în această stare până când iarba se dezvoltă suficient.

Dacă malurile sunt abrupte, asigurarea condiţiilor de stabilitate impune taluzarea acestora. Pământul săpat se depune şi se compactează la fundul ravenei. După taluzare, suprafaţa - amenajată în trepte sau cu şănţulețe longitudinale - se acoperă cu un strat de sol fertil de 6 - 8 cm grosime şi se însămânţează cu ierburi.

Uneori se folosesc pentru fixarea taluzurilor brazde de iarbă (fig. 16.35).

Consolidarea ravenelor prin plantaţii silvice are largă aplicabilitate deoarece lucrarea este puţin costisitoare, nu implică terasamente mari şi contribuie la reducerea debitului solid. Se plantează atât malurile cât şi taluzurile de mal. Plantaţiile de pe maluri pot fi cu lăţimea de 10 - 50 m, în

funcție de starea de degradare a terenului (prin eroziune, îndesări, surpări și alunecări). Rândurile dinspre ravenă ale plantației sunt formate din specii care drajonează puternic (vișin, sălcioară, cătină albă, alun etc), cele din mijloc, din specii principale însoțitoare și arbuști (stejar, salcâm, ulm, paltin, vișin, jugastru, lemn câinesc etc) iar rândurile exterioare dinspre plantele agricole sau pășuni, din arbuști cu ghimpi (măceș, păducel, porumbar etc).

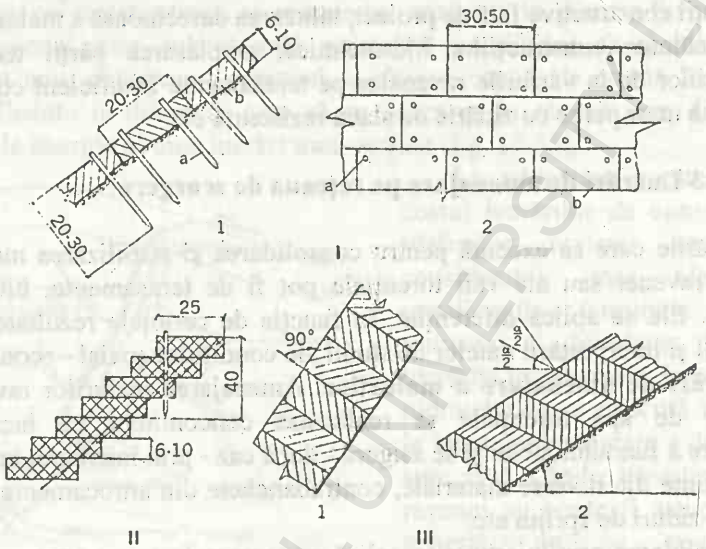


Fig. 16.35 Consolidări de maluri cu brazde de iarbă
(adaptare după *Munteanu S.* și colab., 1993)
I - brăzduire pe lat: 1 - secțiune printr-un taluz brăzduit; 2 - brăzduire văzută din față
II - brăzduire în trepte; III - brăzduire pe muchie; 1 - taluz ≥ 1:1; 2 - taluz < 1:1;
a - țăruși pentru fixarea brazdelor; b - brazde de iarbă

Pe taluzurile de mal se plantează specii care drajonează intens.

În cazurile când ravenele periclitează obiective social - economice importante, asigurarea condițiilor de consolidare și stabilitate ale malurilor se realizează diferențiat, prin îmbrăcăminte din nuiele, fascine, zidărie de piatră, dale din beton, contrabanchete din anrocamente, gabioane, ziduri de sprijin etc. Îmbrăcămintea se aplică, de regulă, dacă panta taluzului de mal este apropiată de cea a taluzului natural, talvegul este stabilizat, taluzul are înălțimea mai mică de 3 - 4 m și eroziunea de mal este foarte puternică.

Dacă înălțimea taluzului de mal depășește 3 - 4 m și albia este mai largă de 8 - 10 m, consolidarea malurilor se realizează prin contrabanchete (*Băloi V.*, 1980).

Zidurile de sprijin sunt potrivite pentru prevenirea surpării malurilor și se aplică dacă taluzurile de mal sunt abrupte și talvegul stabilizat.

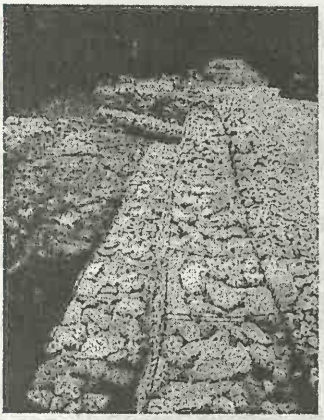


Fig. 16.36 Dig longitudinal şi epiuri din gabioane

Pe văile torenţiale largi şi cu debit permanent, se folosesc pentru apărarea malurilor pinteni (epiuri) şi diguri longitudinale de dirijare a curentului de apă (fig. 16.36).

Lucrările de apărare a malurilor reţelei torenţiale trebuie însoţite şi de lucrări care să asigure stabilitatea fundului albiei, pentru ca împreună să contribuie la reducerea eroziunii şi torenţialităţii.

Lucrări pentru consolidarea fundului reţelei torenţiale. Consolidarea fundului ogaşelor, ravenelor şi pâraie torenţiale se realizează prin plantaţii silvice şi lucrări transversale de construcţii hidrotehnice. Plantaţiile silvice pot fi aplicate singure sau în combinaţie cu lucrările transversale.

În cazul ravenelor umede şi cu oarecare stabilitate a talvegului se plantează pe fundul albiei specii silvice iubitoare de apă (arinul, plopul, frasinul, răchita, oţetarul etc) iar dacă suprafaţa albiei ravenei este mai uscată, în componenţa plantaţiei se recomandă măceşul, păducelul, sălcioara etc.

Pe aluviunile depuse în amonte de lucrările transversale, împădurirea dă bune rezultate când se plantează plopul, salcia şi arinul, folosindu-se butaşi sau sade (obişnuit, de salcie). Dacă depunerile au ajuns la creasta deversorului, în zona aterisamentului se pot planta puieţi.

Proiectarea şi execuţia lucrărilor transversale de construcţii pe ravene este raţională numai dacă plantaţiile silvice nu reuşesc să asigure consolidarea fundului, în scopul limitării adâncirii prin eroziune a albiei.

Lucrările transversale sunt construcţii hidrotehnice de forma unor praguri sau baraje, dispuse perpendicular pe firul formelor eroziunii în adâncime, pentru disiparea energiei cinetice a curentului de viitură şi favorizarea depunerii aluviunilor, determinând pentru fundul albiei un profil longitudinal în trepte, cu panta medie la valoarea pantei de proiectare. Fiind lucrări costisitoare, construcţiile hidrotehnice transversale trebuie să se bazeze pe studii tehnico - economice bine documentate.

Locul de amplasament al lucrărilor transversale de construcţii trebuie să răspundă câtorva cerinţe:

- ✓ terenul să prezinte însuşiri geotehnice corespunzătoare de fundare şi încastrare a lucrării;
- ✓ secţiunea formei de eroziune în adâncime în locul amplasamentului să fie cât mai îngustă pentru ca lucrarea transversală să aibă lungimea mică;
- ✓ în amonte de lucrare, secţiunea albiei să fie cât mai largă pentru ca viteza de apropiere a apei să fie redusă şi volumul depunerilor mare;

BCU "I.C. BRĂTIANU" CLUJ-NAPOCA LIBRARY

✓ ogaşul sau ravena să fie suficient de adânci pentru ca lucrarea să aibă coronamentul sub cota malurilor;

✓ în amonte şi aval de lucrare, traseul albiei să fie rectiliniu pe distanţa de cel puţin 5 - 6 m;

✓ taluzurile de mal să prezinte o oarecare stabilitate pentru evitarea prăbuşirilor care ar periclita securitatea lucrării.

Lucrările transversale de construcţii care se aplică pe reţeaua formelor de eroziune în adâncime se pot clasifica după mai multe criterii, între care cele mai importante se referă la înălţimea lucrării şi la natura materialelor de construcţie.

După înălţime (Y_m), lucrările transversale se pot grupa în: traverse îngropate ($Y_m = 0$), praguri ($Y_m \leq 1{,}5$ - $2{,}0$ m) şi baraje ($Y_m > 2$ m).

În funcţie de dimensiune, importanţă şi de condiţiile de execuţie şi funcţionare ulterioară, lucrările transversale de pe reţeaua torenţială pot fi realizate din lemn, lemn cu piatră, pământ, piatră, beton şi beton armat.

Lucrările transversale din lemn includ garnisajele, fascinajele, cleionajele şi pragurile din trunchiuri de arbori.

Garnisajele (fig. 16.37) sunt lucrări de căptuşire a fundului albiei cu crengi, nuiele sau mărăcini, căptuşeala având grosimea de maxim 0,5 m. Garnisajele se execută din unu sau două straturi, orientând nuielele de la suprafaţă în lungul ogaşului sau ravenei, cu vârfurile spre amonte. Salteaua de crengi se fixează de fundul albiei cu prăjini aşezate transversal (longrine) şi pari bătuţi în pământ cel puţin 1 m.

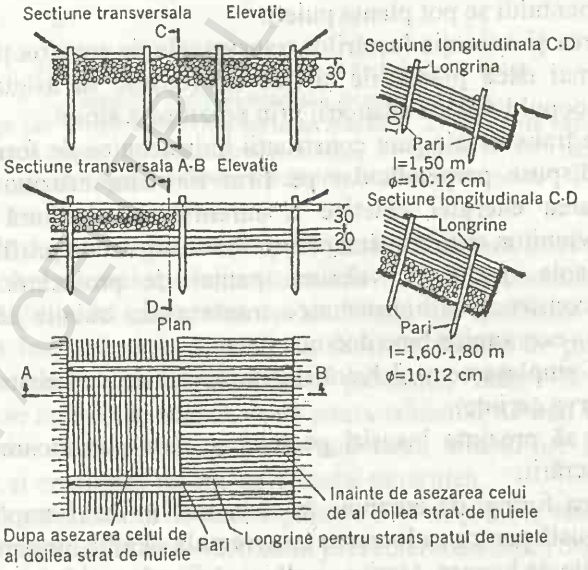


Fig. 16.37 Garnisaje

Fascinajele (16.38) sunt lucrări transversale executate din fascine. Fascinele sunt legături de nuiele sau crengi, sub formă de suluri cu secțiunea circulară, având diametrul de 15 - 50 cm și lungimea de 4 - 8 m. Nuielele sunt legate cu sârmă la intervale de 30 - 50 cm. La unele lucrări se folosesc și fascine lestate, la care nuielele din mijlocul secțiunii fascinei sunt înlocuite cu piatră spartă sau bolovani.

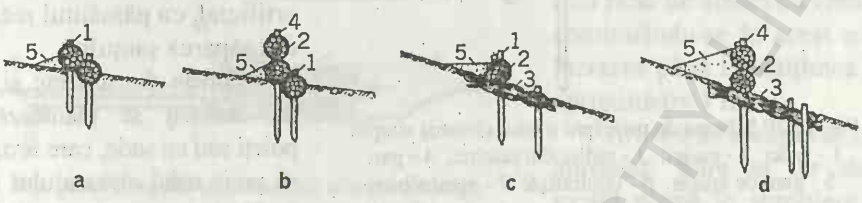


Fig. 16.38 Fascinaje
a, b - cu radierul dintr-o fascină dispusă transversal; c, d - cu radierul din fascine așezate longitudinal;
1 - țăruș ø 5-7 cm; 2 - fascină ø 30 cm; 3 - fascină ø 20 cm; 4 - par ø 10 cm; 5 - aterisament

Ca lucrare transversală, fascinajul reprezintă un prag alcătuit din una sau două fascine suprapuse, fixate cu pari groși de 10 - 12 cm, prevăzuți cu cârlig și bătuți în pământ 1,0 - 1,5 m, la intervale de 0,8 - 1,0 m.

Înălțimea fascinajului este de cel mult 0,4 - 0,5 m întrucât fascina de jos se îngroapă în pământ 0,15 - 0,20 m.

Fascinajele se încastrează în maluri pe adâncimea de circa 1 m.

Protejarea lucrării împotriva subminării de către curentul de apă la producerea viiturilor se asigură executând în partea aval a fascinajului un radier din una sau două fascine alăturate, așezate transversal - consolidate sau nu cu blocaj de piatră - sau, radierul poate fi executat dintr-o saltea de fascine așezate în lungul albiei. Pentru a conferi lucrării o rezistență mai mare, fascinele care alcătuiesc pragul pot fi așezate între două rânduri de pari solidarizați transversal.

Cleionajele sunt lucrări transversale de lemn, formate din garduri de nuiele. După modul de construcție și dimensiuni pot fi de două feluri: cleionaje simple și cleionaje duble.

Cleionajul simplu (fig. 16.39) este format dintr-un rând de pari împletiți cu nuiele, amplasat perpendicular pe firul ogașului sau ravenei și are înălțimea de 0,5 - 0,7 m. Parii sunt solidarizați la partea superioară cu prăjini, numite longrine, având diametrul de 8-12 cm. Împletirea parilor se face - începând de la fundul șanțului, cu adâncimea de 25 - 30 cm și lățimea de 40 - 50 cm, săpat în lungul liniei de pari - cu nuiele groase de 3 - 4 cm, din salcie alun, stejar, plop, arin etc. Nuielele de salcie se împletesc la partea inferioară a cleionajului, pentru a intra în vegetație. Lucrarea se încastrează în maluri pe adâncimea de cel puțin 1 m iar fiecare al doilea par se prevede cu o contrafișă care îl sprijină

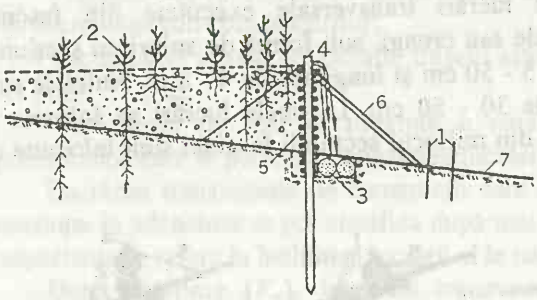


Fig. 16.39 Schema de principiu a unui cleionaj simplu
1 - sade; 2 - puieți; 3 - radier din fascine; 4 - par;
5 - gard de nuiele; 6 - contrafișă; 7 - patul albiei

în aval. Parii se bat înspre partea amonte a șanțului iar în partea aval se execută radierul din 1 - 3 fascine (v. fig. 16.39). În amonte de gard se formează un aterisament artificial, cu pământul rezultat din săparea șanțului.

Zonele din amonte și aval de cleionaj se plantează cu puieți sau cu sade, care urmează să preia rolul cleionajului după ce acesta putrezește.

Cleionajul dublu (fig. 16.40) este compus din două garduri cu împletitură de nuiele, având înălțimea deasupra talvegului de 0,6 - 0,8 m. Distanța între gardurile cleionajului este de 0,8 - 1,0 m iar între parii de rezistență pe rând de 0,6 - 0,8 m. Parii au grosimea de 0,12 - 0,16 m și se bat în pământ până la adâncimea de 1,0 - 1,5 m. Rândurile de pari se consolidează transversal cu bucăți din lemn ecarisat, de 6 x 8 cm, sau cioplit, numite moaze.

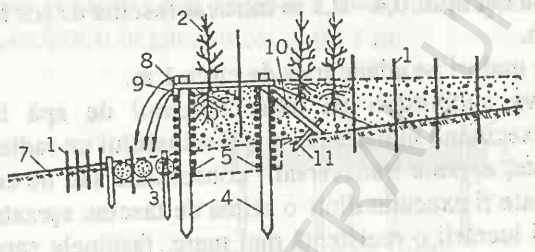


Fig. 16.40 Schema de principiu a unui cleionaj
1 - sade; 2 - puieți; 3 - radier din fascine; 4 - pari;
5 - garduri de nuiele; 7 - patul albiei; 8 - moază;
9 - longrină, 10 - cleşte; 11 - pichet

Parii moazați din gardul amonte se mai ancorează prin cleşti care se fixează cu un capăt de par și cu celălalt, de câte un țăruș bătut oblic în terenul din zona aterisamentului.

Gardul din aval se consolidează longitudinal, la partea superioară, cu longrine având diametrul de 8 - 12 cm și care se prind de pari în dreptul moazelor. Spațiul dintre cele două garduri împletite se umple cu pământ amestecat cu balast, bolovani, crengi, paie etc.

Protejarea lucrării împotriva subminării de către curentul de apă în cădere, se asigură prin executarea radierului din fascine sau din bolovani sprijiniți de gărdulețe.

Pragurile din trunchiuri de arbori cu crengi (fig. 16.41) se execută așezând transversal pe fundul nivelat al albiei un trunchi (drept talpă), curățat de crengi și decojit, încastrându-l în maluri pe cel puțin 1 m și sprijinindu-l în aval cu doi piloți (pari) bătuți adânc. Peste talpă, se așează în lungul albiei trunchiurile unor arbori (de preferință conifere) cu crengi cu tot. Arborii cu crengi se orientează cu

BCU - CENTRALA UNIVERSITARY

vârfurile spre amonte. Legătura cu talpa se face prin tăietură la jumătatea grosimii tulpinilor, folosind cuie de lemn, piroane sau scoabe.

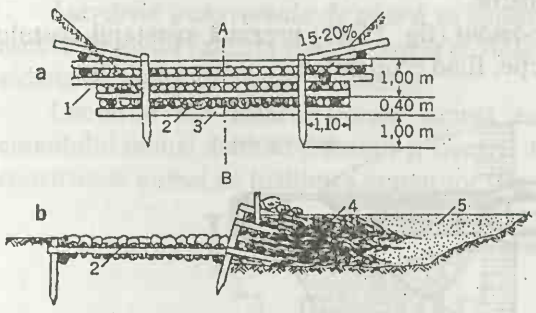


Fig. 16.41 Prag din trunchiuri de arbori cu crengi
a - elevație; b - secțiunea A-B; 1 - încastrare în maluri;
2 - radier de piatră; 3 - talpă; 4 - arbori cu crăci;
5 - aterisament

Peste primul rând de arbori se așează transversal un alt trunchi curățat de crengi și peste acesta, un nou rând de arbori cu crengi, continuându-se în acest mod lucrarea până la înălțimea de aproximativ 1 m.

Arborii se așează cât mai apropiați între ei iar dacă există piatră în apropiere se dispun mai rar și între ei se pun bolovani cât mai mari.

În amonte de vârfurile arborilor se construiește aterisamentul iar în aval de prag, radierul din bolovani.

Lucrările transversale de lemn cu piatră (fig. 16.42) se construiesc sub forma unor cutii (căsoaie) din bârne sau bușteni, umplute cu piatră și având înălțimea până la 2 - 3 m.

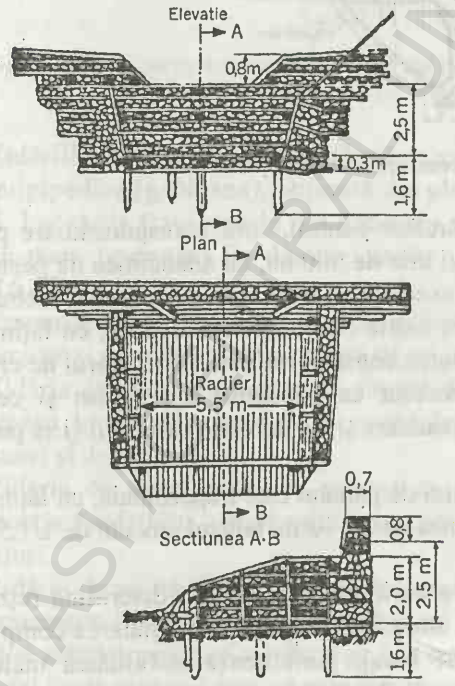


Fig. 16.42 Prag (baraj) din lemn cu piatră

Pereții lucrării pot să fie plini, când bușteni se așează joantiv (cu îmbinări prin tăietură la jumătatea bușteanului) sau pot să fie cu goluri, când bușteni (bârnele) se suprapun, fără a fi prelucrați la locurile de îmbinare.

Partea inferioară a căsoaiei este o podea din bârne așezate longitudinal și formează cu pereții laterali o cutie care, umplută cu piatră mare sau bolovani, se comportă ca un corp greu la forța de împingere a viiturii.

În mijlocul părții superioare, lucrarea se prevede cu deversor având deschiderea trapezoidală iar în avalul

BCU IAȘI

pragului (barajului) se construieşte radierul, obişnuit, de forma unei podele de bârne aşezate longitudinal. În zona radierului, malurile se consolidează cu căsoaie sau cu pereţi simpli din bârne.

Lucrările transversale de pământ (fig. 16.43) prezintă avantajul costului redus al materialului de construcţie, fiind economice.

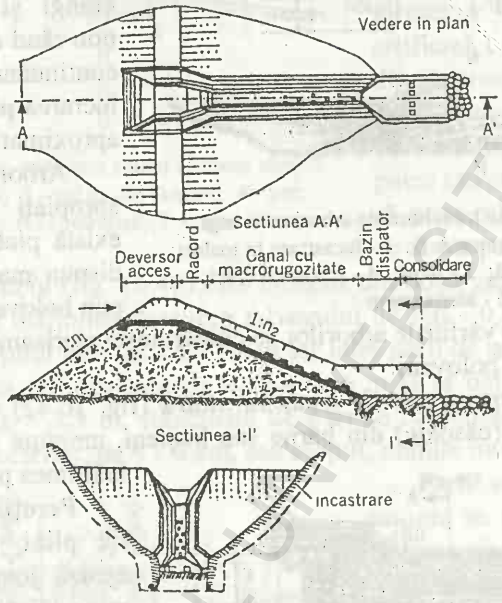


Fig. 16.43 Schema unui baraj din pământ

Barajele de pământ, cu descărcător central, sunt corespunzătoare pentru ravenele cu bazinul de recepţie mai mic de 500 ha, cu adâncimea de peste 4 m şi lăţimea cât mai mare. Pentru executarea barajelor din pământ trebuie ca ravena să nu aibă debit permanent, să fie cu malurile simetrice, cu lăţimea la fund de cel puţin 5 m pentru a se putea construi radierul (disipatorul de energie hidraulică). De asemenea, este necesar ca pământul din maluri şi cel din fundaţie să satisfacă cerinţele de încastrare şi fundare ale barajului şi să poată fi folosit ca material de construcţie.

Secţiunea transversală a barajului de pământ este trapezoidală, cu lăţimea la coronament de minim 2,5 m, înălţimea de 2 - 10 m, taluzul amonte de 1/1,5 - 1/2 iar taluzul aval de 1/3.

Impermeabilitatea pronunţată a barajului din pământ determină reţinerea unei cantităţi mari de apă în bieful amonte care, până la colmatarea completă a sectorului de albie din amonte de baraj, periclitează stabilitatea malurilor ravenei. De aceea, este necesar ca în locul de amplasament a barajului de

pământ, malurile ravenei şi versantele adiacente să nu prezinte condiţii potenţiale de alunecare.

Lucrările transversale de piatră se construiesc pe ravene, folosind zidăria uscată de piatră (zidărie uscată simplă şi zidărie învelită în plasă de sârmă) sau zidăria de piatră cu mortar de ciment.

Lucrările din zidărie uscată simplă rezistă la forţa de împingere a curentului numai datorită greutăţii şi frecării dintre pietre, motiv pentru care se construiesc numai de înălţimea pragurilor (fig. 16.44).

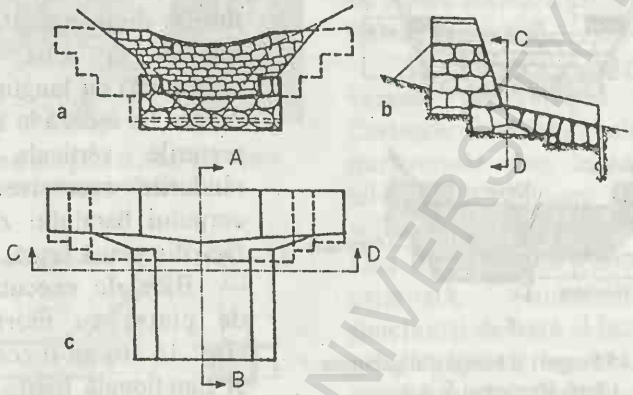


Fig. 16.44 Prag din zidărie uscată, cu radier din blocaj de piatră (după *Munteanu S. A.*)
a - elevaţie şi secţiunea C-D; b - secţiunea A-B; c - plan

Zidăriile învelite în plasă de sârmă se execută din elemente de construcţie paralelipipedice (gabioane), obţinută din plase, obişnuit, metalice umplute cu piatră. Lucrările transversale din gabioane se pot executa fie dintr-un singur gabion mare (monolit) fie din mai multe gabioane de forma unor cărămizi (fig. 16.45).

Pragurile şi barajele construite din gabioane sunt elastice, permeabile, uşor de executat şi permit folosirea pietrei de orice dimensiune.

Zidăria de piatră cu mortar de ciment, folosită la lucrările transversale de pe reţeaua torenţială, poate fi de piatră brută, de piatră „în mozaic" (opus incertum) şi de moloane.

Zidăria de piatră brută cu mortar de ciment se foloseşte, mai ales, la construcţia fundaţiilor, paramentului amonte al corpului lucrării şi căptuşelilor de maluri.

Zidăria de piatră „în mozaic" se foloseşte frecvent pentru paramentul aval şi coronamentul barajelor, pentru căptuşirea malurilor şi radierelor. În vederea execuţiei zidăriei, piatra se cioplește pe faţa mai netedă, pe adâncimea de 3 - 4 cm, în aşa fel încât conturul feţei să se potrivească cu cele ale pietrelor alăturate din

BCU STUDIA UNIVERSITY LIBRARY

zidărie. Rosturile dintre pietre se umplu cu mortar de ciment pe adâncimea de circa 2 cm.

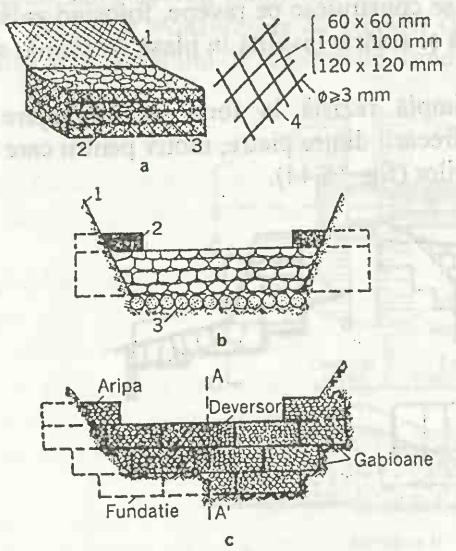


Fig. 16.45 Praguri şi baraje din gabioane (după *Munteanu S. A.*)
a - cutia din plasă de sârmă (gabion); 1 - capac; 2 - coş din plasă de sârmă; 3 - oţel beton cu ø 8 mm; 4 - plasă de sârmă zincată cu ochiuri rombice; b - prag dintr-un singur gabion; 1 - linia malului; 2 - perinița; 3 - radier din fascine longitudinale cu ø 30 - 40 cm; c - prag sau baraj din mai multe gabioane

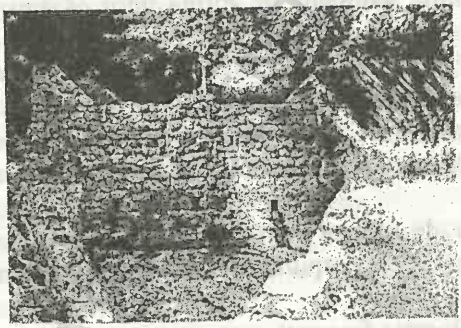


Fig. 16.46 Baraj din zidărie de piatră cu mortar de ciment

Zidăria de moloane (chiosele) cu mortar de ciment se foloseşte, de regulă, pentru execuția paramentului aval al lucrărilor transversale. Moloanele sau chioselele sunt pietre cioplite regulat, pe adâncimea de 8 - 10 cm - față de partea văzută - de formă dreptunghiulară. Moloanele trebuie să aibă coada (partea necioplită) cu lungimea de cel puțin 25 cm. Se aşează în zidărie pe lat, cu rosturile verticale alternând pe rândurile succesive. În interiorul corpului barajului zidăria se poate face din piatră brută.

Barajele executate din zidărie de piatră cu mortar de ciment (fig. 16.46) au o comportare statică şi funcțională foarte bună în timpul viiturilor şi o fiabilitate mare.

Lucrări transversale de beton armat. Acest tip de lucrări s-a executat cu caracter experimental în România în perioada 1960 - 1965 într-un număr relativ restrâns de exemplare. Principalele tipuri de baraje de beton armat sunt barajul din grile şi plăci de beton armat, pe contraforți (fig. 16.47), barajul din plăci de beton armat în consolă, barajul cu grilă de beton armat pentru retenția flotanților şi barajul din plăci de beton armat pe contraforți.

Din zidărie de piatră cu mortar de ciment sau din beton ciclopian se execută şi *traversele îngropate* (fig. 16.48) care sunt constituite numai din partea de fundație a lucrărilor

transversale, având adâncimea de 0,8 - 1,5 m, grosimea la coronament de 0,5 m iar la bază de 0,6-1,0 m (*Băloi V., Ionescu V.*, 1986).

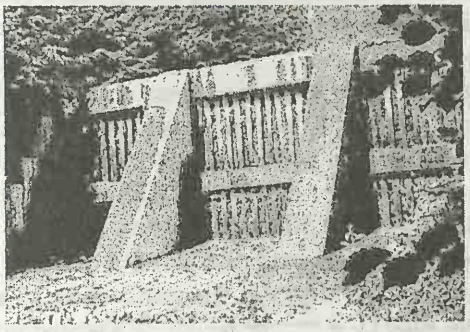


Fig. 16.47 Baraj din grile şi plăci din beton armat, pe contraforţi

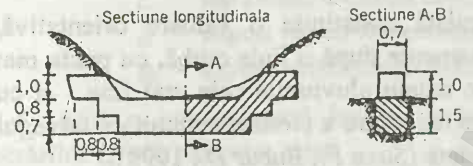


Fig. 16.48 Schema unei traverse îngropate

Traversele îngropate au rolul de consolidare a fundului ravenei şi se amplasează, de regulă, imediat în aval de lucrările transversale înalte şi importante, pentru a le feri de subminare precum şi pe sectoarele de săpare active, a căror secţiune nu trebuie micşorată.

Amplasarea lucrărilor transversale pe reţeaua torenţială. Cerinţele funcţionale ale lucrărilor transversale sunt: de consolidare a talvegului, atenuare a debitului solid şi de stabilizare a malurilor. Una dintre aceste cerinţe poate fi prioritară, constituind rolul funcţional de bază al lucrării.

Pentru ca lucrarea să corespundă rolului funcţional de bază trebuie să se stabilească *panta de proiectare* (panta prognozată la proiectarea lucrărilor) sau *panta de aterisare* (panta albiei după formarea aterisamentelor lucrărilor transversale) sau *panta de compensaţie* sau *panta de amenajare*.

Valoarea acestei pante corespunde echilibrului hidrodinamic între curent şi albie când, talvegul capătă profilul longitudinal relativ stabilizat care se caracterizează prin schimb neînsemnat de aluviuni între curent şi albie.

Panta de proiectare (i_p) se stabileşte astfel încât pe sectorul de albie amenajat să fie reţinute aluviunile de la o anumită dimensiune în sus. În general, se admit:

- ✓ $i_p = 0,5$ % pentru aluviuni fine (argile, luturi, mâluri);
- ✓ $i_p = 1,0$ % pentru nisipuri fine şi grosiere;
- ✓ $i_p = 2,0$ % pentru pietriş mărunt ($ø < 1$ cm);
- ✓ $i_p = 3,0$ % pentru pietriş grosier, amestecat sau nu cu bolovani ($ø = 1 \div 7$ cm);
- ✓ $i_p = 4,0$ % pentru bolovănişuri.

Deşi granulometria aluviunilor este criteriul fundamental la stabilirea pantei de proiectare, acesta trebuie corelat cu cât mai multe elemente ce caracterizează regimul hidrologic al sectorului de albie care trebuie amenajat (profilul nivelitic longitudinal, profiluri transversale, poziţiile surselor de

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

aluviuni în raport cu amplasamentele lucrărilor, debitul de formare*, viteza limită de antrenare, coeficientul de rugozitate, condiţiile de instalare a vegetaţiei forestiere etc).

Panta de proiectare se poate stabili prin calcul:

$$i_p = \frac{V_a^2}{C^2 \cdot R} \qquad (16.16)$$

în care:

i_p este panta de proiectare;

V_a - viteza limită de antrenare, în m/s ($V_a = V_o \cdot h_m^{0,2}$);

V_o - viteza limită de antrenare pentru curentul cu adâncimea medie h_m=*1* m, în m/s;

C - coeficientul lui *Chézy*, după *Bazin* ($C = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$);

R - raza hidraulică, în m;

γ - coeficientul de rugozitate a albiei;

Panta de proiectare astfel calculată constituie o valoare orientativă, deoarece aluviunile se depun în aterisamente după o linie curbă, cu panta mai mică în vecinătatea lucrării - unde se depun aluviunile cele mai fine - şi cu panta din ce în ce mai mare în zona de racordare a aterisamentului cu talvegul natural - unde se depun aluviunile grosiere (*Savu P., Bucur D.*, 1999).

Întrucât înălţimea lucrărilor şi distanţa dintre ele se stabilesc în strânsă dependenţă cu panta de proiectare, acest parametru controlează atât costul lucrărilor, cât şi comportarea lor în exploatare. O valoare prea mare pentru panta de proiectare poate duce la afuirea lucrărilor transversale, pe când o valoare prea mică a acesteia, poate contribui la îngroparea lucrărilor în masa aluviunilor transportate de viituri.

În funcţie de rolul funcţional de bază al lucrării transversale, panta de execuţie (i_e) poate fi egală, mai mare sau mai mică decât panta de proiectare. Prin *pantă de execuţie* se înţelege diferenţa de nivel dintre creasta deversorului unei lucrări transversale şi radierul lucrării vecine din amonte, raportată la distanţa dintre cele două lucrări.

Astfel, dacă rolul funcţional de bază este consolidarea talvegului, $i_e = i_p$ sau $i_e > i_p$ când lucrările se realizează etapizat iar când rolul funcţional de bază este sprijinirea malurilor şi atenuarea debitelor $i_e = 0{,}6\, i_p \div 0{,}9\, i_p$ (*Popovici N.*, 1990).

În practică se folosesc mai multe metode de stabilire a amplasamentelor lucrărilor transversale de construcţii hidrotehnice (*Munteanu S.* şi colab., 1993).

Metoda pantei de compensaţie se bazează pe ideea micşorării vitezei de scurgere până la valoarea limită de neeroziune. În acest scop, se acţionează

* Debitul mediu maxim de viitură sau debitul cu asigurarea de 50 %.

simultan sau separat asupra celor trei parametri caracteristici ai vitezei (C, R, I). Prin împăduriri se sporeşte rugozitatea iar prin lucrări transversale se micşorează panta generală a albiei şi valoarea razei hidraulice. Folosite corect, cele două categorii de lucrări pot duce la formarea profilului de echilibru al talvegului.

Panta de compensaţie se poate aproxima pe baza egalităţii între viteza la fund a amestecului de viitură şi viteza limită de antrenare a aluviunilor de la o anumită dimensiune în sus. Firește, panta de compensaţie este mai mică decât panta naturală a talvegului.

Stabilirea numărului de lucrări transversale prin această metodă se face astfel:

✓ după stabilirea pantei probabile de compensaţie (de proiectare) se calculează diferenţa de nivel (Δh_c) care trebuie acoperită de lucrări (de compensat):

$$\Delta h_c = L(tg\phi - tg\phi_p) \tag{16.17}$$

în care:

L este distanţa orizontală dintre lucrări, în m;

ϕ - unghiul vertical corespunzător pantei naturale a talvegului;

ϕ_p - unghiul vertical corespunzător pantei de proiectare.

✓ dacă se preconizează lucrări de aceeaşi înălţime (h), atunci numărul lucrărilor (N) de executat este:

$$N = \frac{\Delta h_c}{h} \tag{16.18}$$

✓ dacă lucrările transversale se proiectează de diferite înălţimi, (N) se deduce din condiţia:

$$\Delta h_c = \sum h_i \tag{16.19}$$

în care:

h_i este înălţimea utilă a fiecărei lucrări transversale, în m.

Stabilitatea albiei se asigură prin lucrări de diferite ordine, corespunzătoare pantelor succesive de compensaţie, până se ajunge la valoarea pantei de echilibru.

Datorită faptului că determinarea pantei de compensaţie este dificilă şi nesigură, la unele lucrări amplasate după această metodă s-au evidenţiat deficienţe, cum ar fi: îngroparea în masa aluviunilor a lucrărilor din amonte sau subminarea puternică a lucrărilor din aval şi intervenţia repetată cu noi lucrări.

Metoda susţinerii reciproce a lucrărilor. Susţinerea reciprocă a lucrărilor transversale se poate realiza, fie prin distanţarea corespunzătoare a pragurilor şi barajelor încât după formarea aterisamentelor acestea să acopere complet biefurile dintre lucrări, fie prin aterisamente şi niveluri de bază intermediare, asigurate cu ajutorul traverselor îngropate. Această metodă prezintă următoarele avantaje:

- ✓ asigură obţinerea axului corectat al albiei torenţiale;
- ✓ degradarea unei lucrări din sistem nu periclitează amenajarea;
- ✓ întreţinerea şi repararea lucrărilor distruse se face relativ uşor;
- ✓ nu este necesară reorganizarea repetată a şantierului.

Între dezavantaje se menţionează faptul că distanţa dintre lucrări şi numărul lor se stabilesc pe baza pantei de proiectare care, nu se poate determina decât aproximativ şi, în plus, metoda presupune un număr mare de lucrări transversale.

Metoda nodurilor hidrotehnice constă în amplasarea grupată (în baterie) sau chiar izolată a lucrărilor transversale, asigurându-se între amplasamente sectoare de albie greu erodabile (pat de stâncă).

Zonele amenajate (zonele de confluenţă şi zonele din aval de obârşii), caracterizate printr-o asemenea dispoziţie, se numesc noduri hidrotehnice. Întrucât la un astfel de amplasament al lucrărilor pericolul de afuire este mare, disipatoarele hidraulice de energie trebuie foarte bine realizate. De asemenea, pe sectoarele dintre nodurile hidrotehnice se intercalează - dacă este cazul - traverse şi praguri cu rol de consolidare.

Metoda este superioară celei a susţinerii reciproce a lucrărilor sub aspectele retenţiei şi investiţiei dar, este dezavantajoasă pentru constructor.

Metoda etajării lucrărilor constă în amenajarea la gura torentului a unui baraj cât mai înalt posibil (Y_m = *5 - 10* m) iar ulterior, pe aterisamentul lui se execută succesiv două sau mai multe baraje cu înălţimea din ce în ce mai mică.

Pentru aplicarea acestei metode sunt necesare maluri stabile, stâncoase care să permită o bună fundare şi încastrare a lucrărilor.

Metoda apărării imediate a obiectivelor din aval constă dintr-o suită de lucrări hidrotehnice transversale (traverse, praguri, baraje) şi longitudinale care se amplasează în zona obiectivului periclitat de viituri. Prin dispunerea lucrărilor hidrotehnice transversale în zona obiectivului periclitat de viituri şi revenirea cu lucrări după o perioadă de 10 - 15 ani - în urma analizei efectelor lucrărilor executate anterior - se asigură o strânsă corelaţie a amenajărilor cu evoluţia proceselor hidrologice din bazin.

16.5.4 Lucrări pentru evacuarea apei în zona de depunere

Lucrările pentru evacuarea apei în zona de depunere completează amenajările executate pe reţeaua torenţială şi au rolul să dirijeze apele de viitură în emisarul natural, pe un traseu scurt şi stabil, în scopul protejării obiectivelor economice şi sociale din zonă împotriva inundaţiilor şi colmatării. Amenajările din zona de evacuare a apelor de viitură se aplică după ce au intrat în funcţie lucrările executate pe reţeaua torenţială.

Obişnuit, evacuarea apelor de viitură se face prin albia naturală care traversează zona de depunere şi confluează cu emisarul.

Unde albia naturală - în zona depunerilor - are traseul cu curbe largi, capacitate de transport corespunzătoare şi confluenţa este în malul concav al emisarului sau se produce sub un unghi de confluenţă de 50 - 70 °, lucrările constau din mici corectări ale traseului albiei, completate cu unele reprofilări şi consolidări ale secţiunii.

Dacă albia naturală - în aval de ultima lucrare transversală - se caracterizează prin traseu, capacitate de transport şi confluenţă cu emisarul necorespunzătoare evacuării dirijate a debitului de viitură, sunt necesare amenajări costisitoare pentru realizarea unui traseu stabil. De cele mai multe ori, la reprofilarea albiei naturale se adoptă secţiunea etajată, cu partea inferioară de formă parabolică sau trapezoidală, corespunzătoare debitelor mici şi mijlocii. În funcţie de caracteristicile hidrologice ale pârâului torenţial şi de importanţa social - economică a obiectivelor din zona de depunere, stabilizarea secţiunii albiei reprofilate se asigură prin consolidare biologică, mecanică sau mixtă.

Uneori, când lungimea de consolidare a albiei este mare, obiectivele de apărat împotriva inundaţiilor şi colmatării sunt importante şi când nu au fost executate toate lucrările necesare în bazinul de recepţie şi pe reţea, amenajările din zona de depunere pot fi alcătuite din bazine de retenţie mici şi albii de evacuare artificiale (*Băloi V.*, 1980).

Suprafaţa de teren din zona naturală de depunere a aluviunilor şi evacuare a apelor de viitură trebuie valorificată prin folosinţe agricole sau prin împădurire. Valorificarea prin plantaţii silvice este raţională în cazul depunerilor grosiere, improprii cultivării plantelor agricole.

16.5.5 Consideraţii privind perioada de execuţie a lucrărilor de combatere a eroziunii în adâncime

Reuşita aplicării lucrărilor de combatere a eroziunii în adâncime este dependentă şi de alegerea perioadei celei mai potrivite pentru execuţie. Astfel, plantaţiile silvice antierozionale trebuie înfiinţate primăvara, în terenul pregătit din toamna anului precedent.

Lucrările transversale şi longitudinale de lemn se execută primăvara timpuriu, în mustul zăpezii, cu materialul proaspăt recoltat, pentru ca o parte din acest material să poată continua să vegeteze, asigurând o fiabilitate ridicată şi o durată mai mare de funcţionare a lucrărilor.

Lucrările de beton şi cele de zidărie cu mortar de ciment trebuie executate în intervalul august - octombrie, când îngheţul este exclus iar producerea viiturilor este puţin probabilă.

Execuţia lucrărilor de lemn cu piatră, zidărie simplă uscată sau din gabioane este posibilă tot timpul anului, cu excepţia perioadelor cu pericol mare de producere a viiturilor sau cu valori termice foarte scăzute.

Barajele de pământ se pot executa - cel mai bine - în a doua parte a verii şi toamna, când umiditatea pământului pentru executarea barajului este corespunzătoare unei bune compactări, posibilitatea producerii viiturilor este redusă şi nu este pericol de îngheţ.

După aplicarea lucrărilor antierozionale în bazinele de recepţie ale elementelor reţelei torenţiale, execuţia lucrărilor longitudinale şi transversale de construcţii pe elementele de scurgere concentrată este bine să se realizeze etapizat, la intervale de câţiva ani, în prima fază aplicându-se lucrările doar în sectoarele critice, cele mai active de pe reţea. În felul acesta, observaţiile asupra comportării lucrărilor executate în prima etapă constituie sugestii utile pentru eventuala execuţie a lucrărilor în faza următoare. Pe de altă parte, eficacitatea maximă a lucrărilor din bazinele de recepţie se evidenţiază după câţiva ani de la aplicare, când se poate decide asupra necesităţii completării amenajărilor din reţea cu lucrări în faza următoare. În plus, organizarea aplicării lucrărilor etapizat este mai convenabilă sub aspectul organizatoric întrucât implică un front de lucru mai redus.

16.6 Întreţinerea lucrărilor de combatere a eroziunii solului

Amenajarea terenurilor în pantă şi a reţelei torenţiale cu lucrări de combatere a eroziunii solului şi atenuare a torenţialităţii contribuie nemijlocit la conservarea şi ridicarea potenţialului de producţie al solului, îmbunătăţirea regimului hidrologic al cursurilor de apă, protecţia lacurilor de acumulare împotriva colmatării, apărarea împotriva inundaţiilor, a localităţilor, căilor de comunicaţie, construcţiilor şi altor obiective din zonă.

Amploarea efectelor ameliorative şi fiabilitatea măsurilor şi lucrărilor antierozionale sunt condiţionate de calitatea întreţinerii amenajărilor. Întreţinerea corespunzătoare a lucrărilor antierozionale aplicate asigură, atât funcţionarea amenajărilor la valorile parametrilor ameliorativi şi tehnico-economici proiectaţi, cât şi durata mai mare de exploatare a lucrărilor executate.

Unităţile care au în administrare lucrări de combatere a eroziunii solului sunt obligate prin lege (84/1996) să respecte regulile generale de exploatare, întreţinere şi pază a amenajărilor stabilite de către Ministerul Agriculturii şi Pădurilor, precum şi regulamentele de exploatare întocmite de întreprinderile de proiectare pentru fiecare lucrare şi obiectiv în parte.

Personalul însărcinat cu întreţinerea, exploatarea şi paza lucrărilor de amenajare antierozională are următoarele atribuţii:

✓ întocmeşte evidenţa lucrărilor de întreţinere, a măsurilor tehnice de exploatare şi urmăreşte eficienţa tehnică a amenajărilor;

✓ verifică modul de comportare a lucrărilor şi ia măsuri imediate de reparare a degradărilor constatate;

✓ verifică dacă beneficiarii aplică pe terenurile amenajate, măsurile agrofitotehnice antierozionale stabilite;

✓ efectuează recepţia lucrărilor de reparaţii periodice;

✓ asigură paza lucrărilor de amenajare;

✓ informează periodic conducerea unităţii de care aparţine, asupra stadiului lucrărilor de întreţinere, exploatare şi pază şi face propuneri concrete pentru îmbunătăţirea şi desfăşurarea normală a activităţii.

Unităţile care au în administrare lucrările de îmbunătăţiri funciare trebuie să-şi constituie stocul minim de materiale, combustibili, lubrifianţi şi utilajele necesare executării lucrărilor de reparaţii a degradărilor care pot surveni - în mod neprevăzut - pe timpul exploatării amenajărilor.

Întreţinerea corespunzătoare, pentru exploatarea raţională a lucrărilor cu rol antierozional se poate realiza eficient respectând câteva principii şi anume:

✓ efectul antierozional scontat se poate realiza prin acţiunea combinată a mai multor tipuri de măsuri şi lucrări care vizează diferenţiat influenţa factorilor de eroziune încât amenajarea antierozională constituie un tot unitar complex care implică întreţinerea funcţionalităţii normale şi simultane a tuturor componentelor amenajării;

✓ întreţinerea lucrărilor de prevenire şi combatere a eroziunii solului trebuie făcută permanent, pe toată suprafaţa unităţii naturale amenajate;

✓ întreţinerea riguroasă a lucrărilor din perimetrul amenajat oferă - de cele mai multe ori - soluţii convenabile de completare a acestora şi de perfecţionare a tehnologiilor de execuţie şi exploatare;

✓ intervenţiile premergătoare degradărilor iminente sau imediat după producerea lor sunt semnificativ mai economice decât întreţinerea lucrărilor prin reparaţii periodice.

16.6.1 Clasificarea şi descrierea lucrărilor de întreţinere a amenajărilor antierozionale

Lucrările de întreţinere a amenajărilor pentru prevenirea şi combaterea eroziunii solului pot fi grupate după diferite criterii, între care cele mai importante se referă la periodicitatea de aplicare şi la tipul şi rolul funcţional al amenajării.

După intervalul de repetare (periodicitate) se disting lucrări de întreţinere permanentă, de întreţinere periodică, de reparaţii curente şi de reparaţii capitale.

Lucrările de întreţinere permanentă se aplică de câte ori este necesar, chiar de mai multe ori pe an şi pot fi: decolmatarea canalelor, înlăturarea

vegetației și a corpurilor străine din secțiunile canalelor, menținerea covorului vegetal la benzile înierbate, taluzurile teraselor și debușeelor consolidate prin înierbare, refacerea terasamentelor la terase și drumuri, consolidarea malurilor în zonele de încastrare a lucrărilor transversale pe rețeaua torențială etc.

Lucrările de întreținere periodică se repetă la 3 - 4 ani și pot cuprinde: captarea izvoarelor de coastă apărute pe versante - mai ales la baza taluzurilor teraselor - refacerea teraselor individuale, refacerea și consolidarea secțiunilor canalelor, refacerea covorului ierbos pe suprafețele consolidate prin înierbare, a rețelei de canale pentru regularizarea scurgerii, a drumurilor etc.

Lucrările de reparații curente se execută la intervale de 2 - 5 ani pentru refacerea și/sau completarea zidăriilor, a terasamentelor, căptușelilor etc.

Lucrările de reparații capitale se execută pentru construcțiile hidrotehnice antierozionale, aplicabile odată la 5 - 10 ani sau mai mult, pe bază de documentații tehnice aprobate, având valoarea de maximum 60% din investiția lucrărilor inițiale.

În funcție de tipul și rolul funcțional al amenajării antierozionale, se deosebesc lucrări de întreținere care se aplică la:

- ✓ suprafețele înierbate (benzi înierbate, taluzuri înierbate, secțiuni de canale consolidate biologic, pășuni);
- ✓ lucrările de terasamente (drumuri, canale, terase, baraje ș. a.);
- ✓ plantațiile silvice de pe versante și din bazinele de recepție ale formelor eroziunii în adâncime;
- ✓ lucrările de construcții hidrotehnice de lemn, lemn cu piatră, pământ, zidărie și de beton.

Întreținerea suprafețelor înierbate. Gradul de protecție a solului împotriva eroziunii pe suprafețele înierbate depinde de calitatea covorului ierbos. De aceea, trebuie să se asigure învelișului vegetal densitatea optimă pentru creșterea și dezvoltarea viguroasă a ierburilor iar în componența floristică să facă parte graminee și leguminoase perene care vegetează bine în condițiile pedoclimatice locale, realizând o bogată masă vegetală și o înrădăcinare puternică.

La alcătuirea amestecului de ierburi, este necesar să se aibă în vedere capacitatea de concurență a diferitelor specii, mărind norma de semănat la speciile cu capacitatea de concurență mai redusă.

Obișnuit, pe terenurile în pantă cantitatea de sămânță trebuie majorată cu 30 - 75 % față de cea folosită pe terenurile plan-orizontale, în funcție de starea de eroziune a solului și gradul de asigurare a cerințelor agrofitotehnice specifice însămânțării ierburilor.

Semănatul ierburilor se face, de regulă, primăvara devreme sau chiar toamna, dacă anotimpul este bogat în precipitații.

Pentru a rezulta un covor ierbos încheiat, fără goluri şi cu densitatea normală, terenul trebuie bine pregătit şi fertilizat corespunzător, însămânţarea să se facă la adâncimea optimă şi să se tăvălugească suprafaţa însămânţată.

Reuşita însămânţării depinde, în mare măsură, de lucrările de îngrijire aplicate în primul an, perioadă în care plantele cresc încet şi există pericolul înăbuşirii acestora de buruieni. Atenţie deosebită trebuie acordată distrugerii crustei formate înainte sau în timpul răsăririi ierburilor deoarece, atât gramineele cât şi leguminoasele perene au o slabă putere de străbatere.

Menţinerea densităţii şi componenţei floristice se realizează prin combaterea buruienilor şi cosirea repetată la înălţimea de 8 - 10 cm. Procedând în felul acesta, se realizează efectul antierozional maxim şi se obţine un furaj de calitate.

Întreţinerea benzilor înierbate implică, în primul rând, conservarea dimensiunilor acestora, stabilite prin amplasamentul iniţial, evitându-se micşorarea lăţimii sau chiar desfiinţarea benzii pe unele porţiuni de traseu, cu ocazia executării lucrărilor de bază ale solului.

Pentru prevenirea degradării şi distrugerii benzilor înierbate trebuie interzisă circulaţia vehiculelor sau a agregatelor de maşini agricole pe suprafaţa acestora. De asemenea, este necesar să se evite păşunatul benzilor, care se practică uneori, mai ales primăvara devreme sau toamna târziu.

În cazul degradării covorului ierbos al benzii, în porţiunile depresionare ale versantului, datorită eroziunii provocată de concentrarea scurgerii - generată de ploile mari sau topirea zăpezii - se procedează la refacerea suprafeţei degradate, prin reînsămânţare sau folosind brazde de iarbă. Pentru protejarea zonei refăcute, se execută cu plugul în amonte de brazdă un şanţ provizoriu - paralel cu direcţia curbelor de nivel - având rolul să intercepteze şi să reţină scurgerea de suprafaţă, îmbunătăţind şi regimul hidric al solului până la consolidarea vegetaţiei.

Amplasamentul benzilor înierbate se menţine neschimbat pe terenurile arabile cu panta mică, până ce plantele valoroase se răresc şi se înmulţesc buruienile după care, benzile se desţelenesc şi se reînsămânţează pe suprafaţa limitrofă vechilor amplasamente.

Pe terenurile cu panta mare, sau în cazuri speciale, benzile nu se mai desţelenesc, permanentizându-li-se amplasamentul iniţial. În acest fel, după o perioadă de 8 - 12 ani, benzile înierbate devin taluzuri de agroterase, datorită depunerilor cumulate de sol deplasat de pe fâşia cultivată în amonte de banda înierbată.

Întreţinerea taluzurilor înierbate care consolidează terasele şi secţiunile canalelor cuprinde - ca şi în cazul benzilor înierbate - lucrări de menţinere în bună stare a covorului ierbos şi de refacere a degradărilor provocate de scurgerea concentrată a apei, tasarea neuniformă, alunecări, păşunatul sau

traversatul cu maşinile agricole. În toate cazurile, trebuie luate măsuri de înlăturare a cauzelor care au provocat deteriorarea taluzului şi de refacere a porţiunilor distruse prin completări de terasamente bine compactate - uneori consolidate cu gărduleţe de nuiele - reînsămânţare şi fertilizare.

Întreţinerea debuşeelor înierbate condiţionează exploatarea eficientă a acestora o perioadă îndelungată, în care scop:

- ✓ se coseşte iarba la înălţimea de 8 - 12 cm ori de câte ori este necesar şi după fiecare coasă se execută greblatul energic pentru regenerarea ierburilor;
- ✓ se plivesc buruienile, se distrug rozătoarele şi se astupă galeriile acestora;
- ✓ după lucrările solului pe terenul învecinat şi, mai ales, după ploile torenţiale se controlează debuşeul şi se înlătură materialul depus în secţiune sau, eventual, se refac prin completare cu brazde de iarbă porţiunile deteriorate;
- ✓ se interzice păşunatul şi circulaţia pe debuşee;
- ✓ traversarea debuşeelor cu maşinile agricole sau cu vehiculele care transportă recolta trebuie să se facă numai prin locurile destinate acestui scop, pentru a nu se distruge vegetaţia, taluzurile sau alte lucrări de consolidare;
- ✓ zonele de întoarcere limitrofe debuşeelor se menţin înţelenite, libere de buruieni sau tufe de arbuşti şi se cosesc pentru fân.

Întreţinerea suprafeţelor destinate păşunatului se face conform celor arătate la paragraful 16.4.

Întreţinerea lucrărilor de terasamente. În categoria lucrărilor anterozionale care implică pentru realizarea lor mişcări de terasamente fac parte: drumurile tehnologice, canalele de coastă terasele, barajele de pământ ş. a.

Întreţinerea acestor lucrări are drept scop menţinerea terasamentelor la valorile parametrilor proiectaţi şi de execuţie pentru întreaga durată de funcţionare prevăzută.

Întreţinerea drumurilor de exploatare presupune aplicarea următoarelor măsuri şi lucrări:

- ✓ păstrarea în stare bună a părţii carosabile prin netezirea periodică - de regulă cu grederul - a rigolelor formate în lungul drumurilor datorită concentrării scurgerii de suprafaţă sau ca urmare a tasării cu roţile vehiculelor;
- ✓ refacerea taluzurilor limitrofe degradate, prin umplere cu pământ, compactare, aplicare de brazde cu iarbă sau reînsămânţare cu ierburi;
- ✓ îndepărtarea aluviunilor depuse de scurgerea de pe versant pe platforma drumului şi pe unele tronsoane ale şanţurilor marginale, concomitent cu refacerea secţiunilor transversale degradate prin eroziune după fiecare ploaie mai importantă;
- ✓ decolmatarea podeţelor tubulare şi a bazinelor de liniştire la ruperile de pantă de pe traseele şanţurilor marginale;
- ✓ interzicerea circulaţiei vehiculelor şi agregatelor de maşini agricole în perioadele cu platforma drumului supraumezită.

BCU CONSTANTA LIBRARY

Întreţinerea canalelor de coastă cuprinde lucrări de conservare a parametrilor geometrici şi hidraulici ai acestora. La sfârşitul iernii, canalele trebuie curăţate de zăpadă iar după ploile torenţiale se verifică starea secţiunii transversale şi valoarea pantei longitudinale intervenind, după caz, pentru decolmatarea (cu depunerea pământului în aval de canal) sau pentru refacerea secţiunii şi a pantei. Periodic, se verifică starea ruperilor de pantă de pe traseele canalelor de coastă înclinate şi racordările la debuşee şi, dacă este necesar, se execută lucrările corespunzătoare de reparaţie.

La canalele de nivel, după fiecare ploaie care a produs scurgeri la suprafaţa terenului, se verifică pintenii de compartimentare şi se repară zonele degradate. De asemenea, se revizuiesc şi se refac suprafeţele înierbate aferente canalului.

Lucrările de întreţinere a teraselor de pe arabil sau din plantaţiile de vii şi pomi se stabilesc în urma verificărilor periodice efectuate, cu deosebire, primăvara şi după ploile mari. Ele se pot referi la:

- ✓ refacerea corpului terasei în zonele denivelate de tasarea neuniformă şi/sau de lucrările solului, asigurându-se platformelor panta - transversală şi longitudinală - la valorile de proiectare, în scopul preîntâmpinării concentrării scurgerii sau stagnării apei pe suprafaţa cultivată;
- ✓ astuparea rigolelor formate prin concentrarea scurgerii pe platforma terasei;
- ✓ repararea şi consolidarea porţiunilor degradate la taluzuri;
- ✓ refacerea racordărilor terasei cu potecile, drumurile, zonele de întoarcere şi debuşeele;
- ✓ repararea lucrărilor de zidărie aferente terasei;
- ✓ captarea eventualelor izvoare de coastă apărute pe suprafaţa terasată după un timp de la execuţia teraselor.

Refacerea corpului terasei în porţiunile denivelate pentru realizarea pantei uniforme pe platformă, se face prin deplasarea pământului din zona limitrofă mai înaltă. Umplerea denivelărilor se execută prin depunerea pământului în straturi succesive, asigurându-se şi supraînălţarea corespunzătoare tasării. Analog se procedează şi în cazul astupării rigolelor formate pe platformă. Dacă rigolele se prelungesc şi pe taluz, astuparea acestora trebuie însoţită de construcţia gărduleţelor de nuiele şi reînsămânţarea suprafeţei refăcute.

Taluzurile surpate se refac prin completare cu pământ care se depune şi se compactează în straturi succesive de câte 10 - 15 cm, până la realizarea valorii taluzului natural după care, se însămânţează cu ierburi sau se consolidează cu brazde de iarbă.

Racordările terasei - cu drumurile, potecile, zonele de întoarcere şi cu debuşeele - deteriorate prin eroziune sau prin circulaţia mijloacelor de transport se refac prin completarea terasamentelor, după terminarea lucrărilor solului sau după ploile mari.

Degradarea lucrărilor de zidărie - provocate, mai ales, de alternanța înghețului și dezghețului sau de tasările neuniforme - se realizează, obișnuit, primăvara și ori de câte ori au fost constatate, pentru preîntâmpinarea amplificării lor.

În cazul apariției izvoarelor de coastă la baza corpului terasei, se execută lucrări de captare și se asigură evacuarea dirijată a apei spre debușeu.

Întreținerea barajelor de pământ executate pe ravene implică lucrări în care se includ: păstrarea covorului ierbos de pe coronament și taluzuri, distrugerea rozătoarelor și astuparea galeriilor acestora, repararea degradărilor constatate la instalația de curent rapid și radier.

Întreținerea plantațiilor silvice de protecție. Plantațiile silvice cu rol antierozional se întrețin prin lucrări diferențiate, în funcție de vârstă și specie.

După plantarea puieților, terenul se grăpează și se prășește pentru combaterea buruienilor și menținerea umidității în sol. La speciile de foioase, încet și mijlociu de repede crescătoare, se aplică în primul an 5 - 6 prașile manuale sau mecanice. În următorii ani, numărul prașilelor se micșorează, ajungându-se în al cincilea an la 2 - 3 prașile.

Tot în primii ani trebuie să se execute încălțarea puieților descălțați în timpul iernii, despotmolirea puieților acoperiți de aluviuni, reîngroparea puieților dezrădăcinați prin eroziune și completarea puieților uscați sau dispăruți. Ocuparea golurilor din plantație se face, de regulă, în primii doi ani, prin plantarea puieților de aceeași vârstă și din aceeași specie.

După 4 - 5 ani, odată cu încheierea plantației, întreținerea constă în aplicarea diferențiată a lucrărilor de degajare, curățire, rărire, tăieri sanitare, tăieri de regenerare și a lucrărilor de combatere a bolilor și dăunătorilor. Degajarea se aplică după 5 ani, pentru a lăsa arborii liberi către vârf. Lucrările de curățire, prin înlăturarea crengilor care stânjenesc dezvoltarea ramurilor de bază se aplică la stejar după 8 - 10 ani iar la speciile repede crescătoare după 5 - 6 ani. Prin tăierile sanitare se asigură eliminarea din plantație a arborilor, arbuștilor și crengilor bolnave iar prin tăierile de rărire se creează condiții optime de lumină și aerație.

Paza și protecția plantațiilor silvice antierozionale se face împotriva pășunatului, a tăierilor abuzive, a dăunătorilor și a incendiilor. Degradarea plantațiilor de protecție se pedepsește conform legislației silvice în vigoare.

Întreținerea lucrărilor hidrotehnice pe rețeaua torențială. Lucrările de întreținere a construcțiilor hidrotehnice pe rețeaua torențială condiționează în mare măsură funcționalitatea și fiabilitatea amenajărilor pentru combaterea eroziunii în adâncime. Mulțimea de factori care pot contribui la deteriorarea lucrărilor de construcții hidrotehnice face necesară verificarea periodică - cu deosebire după topirea zăpezii și după producerea viiturilor - a modului de comportare a acestora și executarea reparațiilor corespunzătoare.

La *lucrările de lemn* (garnisaje, fascinaje, cleionaje) reparațiile pot cuprinde: refacerea împletiturii de nuiele, înlocuirea parilor rupți sau putreziți, completarea legăturilor de sârmă la fascine, întărirea cleștilor, moazelor și longrinelor la cleionaje, refacerea încastrărilor în maluri și a radierului etc.

Pentru *pragurile și barajele de lemn cu piatră*, lucrările de întreținere și reparații constau din: înlocuirea cuielor și scoabelor la încheieturile slăbite, schimbarea bârnelor rupte sau putrede și completarea celor lipsă, refacerea umpluturii de piatră, reparația radierului ș. a.

La *obiectivele din zidărie* sau *beton* se aplică următoarele lucrări de întreținere și reparații:

- ✓ repararea zidăriei deteriorate;
- ✓ completarea tencuielilor degradate;
- ✓ refacerea încastrărilor în maluri și a disipatorului de energie;
- ✓ dezobturarea barbacanelor situate deasupra cotei depunerilor din aterisament;
- ✓ plantarea speciilor forestiere și asigurarea condițiilor de vegetație pe aterisamentele ajunse la cota crestei deversorului.

La intervale de 5 - 10 ani se pot aplica, pe bază de documentație tehnică aprobată, reparații capitale la lucrările de beton, zidărie de piatră cu mortar de ciment și de lemn cu piatră.

16.7 Prevenirea și combaterea eroziunii eoliene

Eroziunea eoliană este un proces complex care se manifestă cu intensitate diferită - mai ales în zonele secetoase - pe terenurile nisipoase și cele cu soluri slab coezive.

În România, eroziunea eoliană afectează circa 500 mii ha, cuprinzând nisipurile și solurile nisipoase de pe terasele Dunării din Oltenia (≈ 120 mii ha), zonele din stânga Jiului (65 - 80 mii ha), Delta Dunării inclusiv complexul Razelm (55 - 61 mii ha), Valea lui Mihai - Carei (27 - 31 mii ha), sudul Moldovei (14 mii ha), litoralul Mării Negre, Lunca Dunării, luncile râurilor interioare etc. Din totalul acestor suprafețe, circa 150 mii ha sunt ocupate de nisipuri mobile și semimobile.

16.7.1 Noțiuni generale despre eroziunea eoliană

Eroziunea eoliană sau eroziunea prin vânt este procesul de desprindere, transport și depunere a particulelor de la suprafața terenului prin mișcarea maselor de aer.

Cele mai importante vânturi în zonele nisipoase din România sunt Crivățul, care se manifestă în zonele nisipurilor din Câmpia Română, Delta Dunării, pe Litoral și în sudul Moldovei; Austrul, în zona nisipurilor din Oltenia precum și vânturile din nord-vest, în Câmpia Tisei.

Acţiunea de spulberare a particulelor solide de la suprafaţa terenului se numeşte *deflaţie*. Deflaţia sau transportul eolian se produce prin târâre şi rostogolire pentru particulele mai mari de 0,5 - 3,0 mm, în salturi şi prin plutire în atmosferă în cazul pulberilor fine. Deflaţia este mai intensă în perioadele secetoase, pe terenurile fără vegetaţie şi pe solurile nisipoase sau pe nisipuri, unde particulele solide sunt lipsite de coeziune.

Acţiunea de eroziune pe care o exercită vântul asupra rocilor şi solului prin lovire cu particulele purtate în mişcare este cunoscută sub numele de *coraziune*.

Cu toate că deflaţia şi coraziunea sunt acţiuni clar diferenţiate, ele se îmbină într-un proces unic, inseparabil, numit eroziune eoliană sau eroziune prin vânt.

Eroziunea eoliană depinde, în primul rând, de parametrii agentului: viteza, frecvenţa şi durata vântului.

Viteza vântului condiţionează mărimea particulelor transportate, distanţa şi înălţimea de transport precum şi cantitatea de material transportat.

Vânturile frecvente în perioadele secetoase şi când terenul este liber de vegetaţie amplifică intensitatea eroziunii eoliene. De asemenea, cu cât durata vântului este mai mare cu atât creşte şi cantitatea de particule desprinse şi transportate.

Granulometria şi starea de coeziune a particulelor de la suprafaţa terenului influenţează eroziunea eoliană prin rezistenţa pe care o opun forţei vântului în mişcare. Pe de altă parte, prezenţa şi tipul de vegetaţie pe terenurile bântuite de vânt diminuează diferenţiat energia cinetică a agentului şi implicit, intensitatea eroziunii eoliene.

Eroziunea prin vânt este influenţată mult şi de activităţile umane, putând fi amplificată - prin defrişarea pădurilor, desţelenirea pajiştilor organizarea păşunatului abuziv, folosirea agrotehnicii neadecvate pe terenurile cultivate etc - sau diminuată - prin aplicarea raţională a măsurilor şi lucrărilor care să reducă energia vântului şi să sporească rezistenţa terenului la acţiunea eoliană.

În urma desprinderii, transportului şi acumulării particulelor prin acţiunea vântului, se formează un micro sau mezorelief specific, cu muşuroaie de nisip, movile, valuri, dune etc.

Prezenţa acestor forme ale eroziunii eoliene stânjeneşte folosirea intensivă a terenurilor nisipoase, motiv pentru care - în majoritatea cazurilor - acţiunea de ameliorare a nisipurilor trebuie să înceapă cu lucrări de modelare - netezire, care creează condiţiile pentru mecanizarea completă şi cu productivitatea ridicată a lucrărilor agricole precum şi pentru repartizarea uniformă a apei din precipitaţii şi irigaţii.

Efectele negative ale eroziunii eoliene sunt variate şi complexe; se produc înnisiparea localităţilor, a căilor de comunicaţie, a canalelor de irigaţii, descoperirea semînţelor şi dezrădăcinarea plantelor, distrugerea ţesuturilor vegetale (mai ales la plantele tinere), acoperirea culturilor agricole etc.

16.7.2 Prevenirea şi combaterea eroziunii eoliene

Prevenirea şi combaterea eroziunii eoliene se realizează prin fixarea nisipurilor, protecţia şi îmbunătăţirea proprietăţilor solului - în special starea de coeziune şi fertilitatea - afectate de acest proces precum şi prin micşorarea vitezei vântului.

În acest scop, se aplică în complex, măsuri şi lucrări agrofitotehnice, hidroameliorative şi silvice.

Măsurile şi lucrările agrofitotehnice privesc, în special, alegerea şi rotaţia plantelor de cultură, mobilizarea solului şi aplicarea îngrăşămintelor.

Alegerea şi *rotaţia plantelor de cultură* trebuie astfel realizate încât să fie satisfăcute cerinţele fiziologice ale plantelor şi acoperirea terenului cu vegetaţie o perioadă cât mai îndelungată din an.

Durata şi gradul de protecţie a solului împotriva eroziunii eoliene de către plantele agricole (fig. 16.49) se diferenţiază mult şi, în consecinţă, în scopul protejării mai bune a terenului, pentru îmbogăţirea nisipului cu materia organică din masa de rădăcini şi mirişte şi pentru asigurarea furajelor se folosesc şi culturile ascunse, culturile intermediare de toamnă - iar în condiţii de irigare - culturile succesive.

Plante cultivate	Lunile												Numarul de zile de protectie			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Buna	Mijlocie	Slaba	Fara protectie
Grau, secara, orz													101	151	-	113
Porumb boabe													107	15	16	227
Sorg hibrid boabe													92	30	16	227
Fasole													62	16	15	272
Floarea soarelui													92	31	-	242
Ricin													122	15	31	257
Rapita													91	182	30	62
Soia													122	-	31	212
Arahide													138	-	31	195
Cartof timpuriu													61	-	30	274
Tutun													108	15	31	181
Porumb, lupin, fasole cult. II													61	31	31	242
Borceag de toamna													75	151	-	138
Pepene verde furaier													57	20	31	257
Lucerna an I													214	31	61	59
Lucerna veche													365	-	-	-

Legenda
Protectie buna Protectie mijlocie Protectie slaba Fara protectie

Fig. 16.49 Durata şi modul de protejare a terenului împotriva eroziunii eoliene de către principalele plante cultivate (după *Pop L.* şi colab., 1977)

Lucrările de mobilizare a solului trebuie să contribuie la micşorarea eroziunii eoliene sau, cel puţin, să nu favorizeze intensificarea acestui proces. Dacă din diferite motive (combaterea buruienilor, îndesarea accentuată a terenului în condiţii de irigare ş. a.) nu se poate renunţa la arătură, această lucrare trebuie executată cât mai târziu; pentru culturile de

toamnă, cu 3 - 4 săptămâni înainte de semănat şi iarna sau primăvara devreme pentru culturile de primăvară, prevenindu-se astfel spulberarea nisipului.

Arătura şi celelalte lucrări ale solului trebuie efectuate perpendicular pe direcţia vântului dominant. Arătura adâncă se justifică pe terenurile nisipoase irigate, numai în cazurile aplicării îngrăşămintelor organice şi pentru combaterea buruienilor pe terenurile puternic infestate cu buruieni perene.

Aplicarea îngrăşămintelor organice (gunoi de grajd şi îngrăşământ verde), încorporate prin arătură adâncă şi asociate cu îngrăşămintele chimice, ameliorează însuşirile nisipurilor şi asigură producţii agricole superioare. Rezultate bune a dat procedeul de încorporare anuală a gunoiului de grajd în straturi succesive la adâncimea de 60 - 20 cm şi în cantitate de 40 - 50 t/ha.

Reducerea deflaţiei se poate realiza şi prin încorporarea în masa nisipurilor a materialului fin (argilă, lut argilos, mâl de pe fundul bălţilor) care măreşte coeziunea particulelor, îmbogăţeşte complexul coloidal şi îmbunătăţeşte - pentru o perioadă mai mare decât în cazul îngrăşămintelor organice - regimul hidric, de substanţe minerale şi aerotermic ale nisipurilor. Soluţia este convenabilă dacă materialul ameliorativ se găseşte în apropiere.

Înfiinţarea plantaţiilor de viţă de vie şi pomi pe terenurile nisipoase este o măsură eficace de reducere a eroziunii eoliene, concomitent cu folosirea intensivă a acestor terenuri.

Dintre *lucrările hidroameliorative*, irigaţia poate fi aplicată cu bune rezultate întrucât, pe lângă asigurarea umidităţii necesare creşterii şi dezvoltării plantelor, măreşte coeziunea particulelor de nisip şi stânjeneşte spulberarea.

Se aplică, de regulă, udarea prin aspersiune dar pot fi folosite şi udarea prin picurare sau - cu anumite precauţii - chiar udarea prin brazde.

Irigarea pe nisipuri şi soluri nisipoase prezintă unele particularităţi, comparativ cu aplicarea udărilor pe terenurile cu soluri zonale: norme de udare mai mici (circa 300 m^3/ha), număr mai mare de udări (7 - 8), intervalul dintre udări mai redus (7 - 8 zile), echipament de udare suplimentar etc.

Perdelele forestiere de protecţie asigură fixarea îndelungată a nisipurilor de pe terenurile cu folosinţă agricolă. Principalele specii folosite în componenţa perdelelor silvice sunt: salcâmul, pinul negru, pinul silvestru plopul, arinul, lemnul câinesc, cătina albă etc.

Perdelele de protecţie se amplasează astfel încât să delimiteze forme dreptunghiulare de 1000 - 1500 x 200 - 500 m, orientate cu latura lungă (perdelele principale) perpendiculară pe direcţia vântului dominant. În felul acesta se atenuează considerabil viteza vântului şi se asigură condiţiile favorabile executării lucrărilor agricole cu randament ridicat.

Efectul ameliorativ maxim în zona de influenţă a perdelelor se obţine când acestea au lăţimea mare (> 10 m). Pentru a ocupa suprafaţă mai mică din

terenul arabil se pot înfiinţa perdele principale şi din numai 1 - 3 rânduri de arbori.

În categoria *mijloacelor mecanice* pentru fixarea nisipurilor fac parte: paranisipurile, producţia vegetală secundară nerecoltată, resturile vegetale şi lucrările agrotehnice speciale.

Paranisipurile sunt garduri din panouri confecţionate din diverse materiale (fâşii de tablă, nuiele, tulpini de floarea soarelui etc) care se instalează în poziţie verticală, perpendicular pe direcţia vântului dominant, în rânduri întrerupte, cu discontinuităţile la rândurile consecutive de paranisipuri dispuse „în şah" şi distanţa între ele de 8 - 10 *h* (*h* este înălţimea gardului).

Menţinerea pe teren - de la recoltarea producţiei principale şi până la pregătirea terenului pentru semănat - a tulpinilor de porumb, floarea soarelui, paie etc - pe întreaga suprafaţă cultivată sau numai în fâşii orientate perpendicular pe direcţia vântului dominant - asigură protecţie împotriva deflaţiei. Fâşii cu tulpini de porumb, sorg, floarea soarelui ş. a., având lăţimea de circa 8 m şi fiind distanţate la 35 - 40 m, se pot lăsa - cu rol de protecţie împotriva vântului - pe tot parcursul anului al doilea de cultură, în care caz se lucrează şi se cultivă numai suprafaţa dintre fâşii (*Pop L.* şi colab., 1977).

Acoperirea terenului cu resturi organice (paie, vreji, coceni tocaţi, gunoi parţial descompus) după arat sau după semănat asigură, de asemenea, protecţia satisfăcătoare împotriva eroziunii eoliene.

Între mijloacele agrotehnice de fixare mecanică a nisipurilor fac parte:

✓ modelarea suprafeţei arăturii cu ajutorul tăvălugului inelar care realizează rigole de circa 7 cm, distanţate la 30 cm;

✓ execuţia pe suprafaţa arăturii - perpendicular pe direcţia vântului dominant - a biloanelor cu înălţimea de 5 - 15 cm şi distanţa dintre ele de 25 - 35 cm;

✓ arătura fără cormană pentru menţinerea miriştii la suprafaţa terenului.

Fixarea nisipurilor prin mijloace chimice se bazează pe proprietăţile unor substanţe de a realiza coeziunea particulelor de nisip fără să stânjenească regimul aerohidric al nisipurilor sau solurilor nisipoase, răsărirea semănăturilor şi creşterea plantelor. În acest scop se pot folosi substanţe bituminoase, substanţe organice macromoleculare, uleiuri minerale etc. Se pot folosi cu rezultate satisfăcătoare şi produsele Aracet - SF şi Aracet - SFU cu concentraţia de 0,2 - 1,0 % din greutatea solului uscat, administrate prin stropire.

16.8 Alunecările de teren

Alunecările de teren numite şi fugituri sau hârtoape sunt deplasări naturale ale unor mase de pământ care glisează sau se târăsc - sub acţiunea dominantă a gravitaţiei - pe suprafeţele înclinate, înmuiate de apă.

Spre deosebire de alte tipuri de pornituri sau deplasări de teren (rostogoliri, surpări, sufoziune, creeping, solifluxiune, nisipuri curgătoare, curgeri de noroi etc) alunecările - deşi extrem de variate - se produc prin mijlocirea apei din precipitaţii (ploi, zăpezi) şi din pânzele freatice care înmoaie, adesea numai talpa masivului ce urmează a aluneca, întreaga masă a de pământ alunecător putând rămâne nemodificată, cel puţin în prima fază a alunecării. De asemenea, alunecările sunt dependente de prezenţa unor mase de argilă sau de formaţiuni argiloase care joacă rolul orizontului (suprafeţei) de alunecare, fie pentru ele însele, fie pentru rocile care li se suprapun.

Din punct de vedere practic, alunecările de teren sunt procese deosebit de păgubitoare, atât prin degradarea terenurilor agricole cât şi prin periclitarea sau distrugerea diferitelor obiective social-economice - mai ales că se produc - de regulă, pe neaşteptate, pregătirea procesului fiind greu de observat şi deci, dificil de prevenit.

În general, degradarea terenurilor agricole prin alunecări implică modificarea categoriei de folosinţă a suprafeţei afectate, întotdeauna de la o folosinţă superioară la alta inferioară; de cele mai multe ori se ajunge până la scoaterea din circuitul agricol, adică la teren neproductiv. Producerea alunecărilor de teren determină, în primul rând, schimbarea configuraţiei versantului pe care, condiţiile de exploatare agricolă se înrăutăţesc. Netezirea (modelarea) şi amenajarea terenurilor alunecate implică cheltuieli mari, folosirea de utilaje speciale şi adoptarea de soluţii - în unele cazuri - de mare dificultate tehnică.

O altă consecinţă negativă a alunecărilor de teren constă în distrugerea plantelor cultivate, deteriorarea obiectivelor industriale şi social-economice, degradarea căilor de comunicaţii etc.

În fine, masele de pământ alunecate constituie importante surse de material solid dezagregat care, antrenat de scurgerea de suprafaţă, încarcă suplimentar cu aluviuni cursurile de apă, impurificându-le şi sporindu-le considerabil potenţialul de colmatare.

Numai sumara înşiruire a principalelor consecinţe provocate de alunecările de teren evidenţiază importanţa lucrărilor de prevenire şi combaterea a acestor procese, în scopul folosirii raţionale, eficiente a fondului funciar.

16.8.1 Răspândirea alunecărilor de teren în România

Pe teritoriul României, alunecările de teren afectează peste 700 mii ha (aproximativ 12 % din întinderea terenului agricol cu panta mai mare de 5 %) iar dintre acestea, circa 34 % sunt alunecări active care - după cum arată statistica oficială - s-au extins pe parcursul ultimilor decenii. Zonele cu cele mai frecvente şi intense alunecări se cuprind în Subcarpaţi, Podişul

Transilvaniei, Podişul Moldovei precum şi în regiunile deluroase din Muntenia şi Oltenia (fig. 16.50).

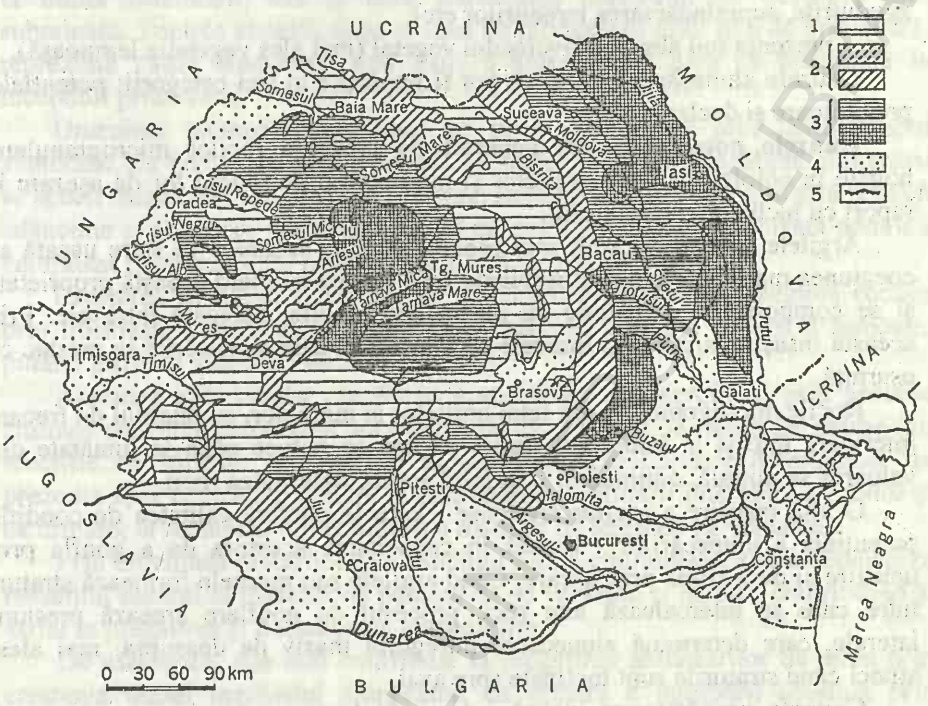


Fig. 16.50 Repartiţia teritorială a condiţiilor potenţiale de producere a alunecărilor de teren în România (după *Tufescu V.*, 1966)

1 - zonele cele mai puţin expuse: solifluxiune, surpări, rostogoliri; 2 - zonele cu potenţial mediu: alunecări moderate, surpări ş. a.; 3 - zone cu pornituri de mari proporţii: alunecări maxime, curgeri de noroi ş. a.; 4 - zone cu deplasări reduse, predomină tasările (crovuri, sufoziunea); 5 - povârnişuri în zona de câmpie

16.8.2 Cauzele alunecărilor de teren

Toate deplasările de teren se produc sub acţiunea dominantă a gravitaţiei care se manifestă permanent şi conduce întreaga dinamică a modelării scoarţei terestre dar se evidenţiază numai când forţele care asigură unitatea de masa a terenurilor (coeziunea, frecarea, forţa portantă etc) sunt depăşite de forţa gravitaţiei.

Aşadar, deplasările de teren- inclusiv alunecările - sunt efectul deranjării stării de echilibru în masa rocilor de pe terenurile înclinate, prin:

✓ modificarea însuşirilor rocilor (coeziunea, unghiul de frecare interioară, porozitatea, fisurile şi crăpăturile etc);

✓ acţiunea apei (umezirea, presiunile şi subpresiunile hidrodinamice, eroziunea ş. a.);

✓ influenţa unor cauze mecanice exterioare (înclinarea şi forma taluzului, zguduirile, supraîncărcarea terenurilor etc);

✓ prezenţa sau absenţa învelişului vegetal (mai ales vegetaţia lemnoasă).

Cauzele alunecărilor de teren pot fi împărţite în trei categorii: potenţiale, pregătitoare şi declanşatoare.

Cauzele potenţiale sunt generate de prezenţa rocilor microgranulare, bogate în coloizi, de felul argilelor şi marnelor şi de modul lor de aşezare în raport cu înclinarea versantului.

Argilele şi marnele sunt roci pseudocoezive, deoarece în stare uscată au coeziunea mare iar când sunt îmbibate bine cu apă îşi pierd această proprietate şi se comportă ca o materie cu particulele mobile, nelegate între ele. Prin această însuşire, argilele şi marnele sunt rocile în care alunecările se produc cu uşurinţă.

Rocile microgranulare, de felul argilelor şi marnelor, au unghiul de frecare interioară mic şi la îmbibarea masei cu apă se reduce până la jumătate din valoarea sa iniţială, diminuând şi în felul acesta stabilitatea rocii.

O altă însuşire a rocilor argiloase - care le conferă calitatea de condiţie potenţială a alunecărilor - constă în capacitatea acestora de a gonfla prin umezire şi de a crăpa prin uscare. Când argilele sau marnele formează straturi între care se intercalează alte roci, procesul de gonflare creează presiuni laterale, care determină alunecarea întregului masiv de deasupra, mai ales, atunci când straturile sunt înclinate spre aval.

Cauzele pregătitoare includ o serie de factori externi care acţionează independent o perioadă de timp - mai scurtă sau mai îndelungată - ce precede declanşarea alunecării. Cei mai importanţi factori sunt apa, greutatea masivului alunecător, forma şi structura povârnişurilor, trepidaţiile, neotectonica şi defrişările.

Apa acţionează în primul rând prin umezirea rocilor, care se produce datorită ploilor abundente (în special după perioade de secetă prelungită, când s-au format în sol crăpături adânci), topirii lente a zăpezilor mari, pânzelor freatice şi infiltraţiilor laterale din râuri şi lacuri (fig. 16.51).

Fig. 16.51 Modalităţi de umezire a versantelor
a - prin precipitaţii; b - prin ape subterane; c - prin infiltraţii laterale

Precipitaţiile abundente, după intervale de secetă, determină infiltraţia puternică a apei care, ajunsă la stratul de argilă provoacă înmuierea rocii până la limita fluidizării, caz în care stabilitatea masivului de deasupra este subminată. Topirea zăpezii, concomitent cu producerea unor ploi de primăvară, reprezintă cauza frecvenţei mai mari a alunecărilor care se manifestă la începutul primăverii.

Umezirea straturilor argiloase se poate realiza şi prin aportul apei subterane, cu precădere prin creşterea nivelului acesteia. Pregătirea alunecării se accelerează când apa este sub presiune iar când pânza freatică se află la mică adâncime şi greutatea masei de pământ de deasupra nu este suficientă pentru a neutraliza presiunea apei freatice, pământul se bombează.

Creşterea nivelului apei râurilor şi lacurilor determină umezirea rocilor prin infiltraţii laterale care, atunci când întâlnesc un strat argilos îl înmoaie, putând provoca alunecări de mari proporţii.

Acţiunea apei pentru pregătirea alunecărilor se exercită şi prin procese chimice cum sunt dizolvarea unor particule de carbonat de calciu din marne sau reacţiile cu sărurile prezente în argile. Procesele chimice determinate de prezenţa apei contribuie efectiv la distrugerea stabilităţii interioare a rocilor şi ca urmare, la scoaterea din echilibru a maselor de teren de pe versante.

Prin eroziunea malurilor şi a fundului albiilor torenţiale, apa îndepărtează reazemul natural al maselor de pământ de pe versante şi maluri, contribuind şi astfel la pregătirea şi declanşarea alunecărilor.

De asemenea, apa mai contribuie la pregătirea alunecărilor de teren prin creşterea masei masivului alunecător, ca urmare a îmbibării acestuia prin procesul de infiltraţie. La rocile argiloase cu porozitate de 50 - 70 %, creşterea masei prin îmbibare cu apă este de 30 - 50 %.

Forma şi structura povârnişurilor au un rol deosebit în stabilitatea versantelor (fig. 16.52).

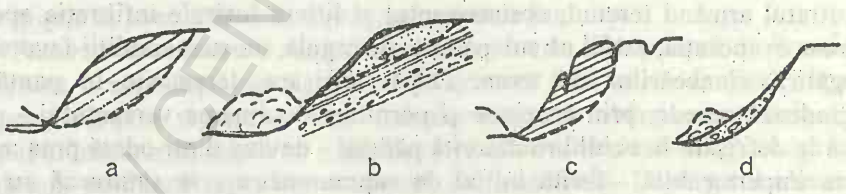


Fig. 16.52 Cazuri caracteristice de formă şi structură a povârnişurilor, favorabile producerii alunecărilor (după *Tufescu V.*)
a - povârniş convex; b - înclinarea straturilor spre aval, c - crăpături în povârniş; d - povârnişuri alcătuite din depozite deluviale şi coluviale

Estimând potenţialul relativ al proceselor de alunecare din Podişul Bârladului, *Pujină D.* (1997) apreciază că cea mai mare susceptibilitate la alunecare

este caracteristică pentru versantele cu lungimea mai mare de 800 m, panta cuprinsă între 15 - 35 % şi expoziţia vestică, nord-estică sau nord-vestică iar cea mai mică susceptibilitate la alunecare este proprie versantelor scurte (< 400 m), puţin înclinate (*5 % < i < 10 %*) sau cu geodeclivitatea peste 10 - 11° dar în mare parte împădurite.

Dacă unghiul taluzului natural - adică unghiul până la care este asigurată în mod natural stabilitatea terenului - este depăşit de tensiunea tangenţială din masa terenului, se produce dezechilibrul şi masivul de pământ se desprinde, provocând alunecarea. La pregătirea dezechilibrului terenurilor înclinate contribuie modificarea unghiului de taluz prin: săparea versantului la bază, eroziunea laterală a râurilor, lucrările neconsolidate etc.

Supraîncărcarea terenurilor înclinate cu construcţii grele, vibraţiile sau trepidaţiile acestora, *cutremurele* ş. a. constituie, adesea, cauze importante de pregătire şi declanşare a alunecărilor. În zonele cu seismicitatea ridicată se formează crăpături în teren prin care apa pătrunde şi îmbibă straturile de argilă, pregătind sau chiar declanşând alunecarea. De exemplu, cutremurul din 10.XI.1940 (*M = 7,4* grade şi *I = IX*), cu epicentrul în Vrancea, a generat alunecări de mari proporţii în localităţile Lunca, Vultureni şi Pogana din Colinele Tutovei (*Ioniţă I.*, 2000).

Când cutremurul coincide cu o perioadă ploioasă sau când roca argiloasă a fost surprinsă într-o stare de umezire accentuată, alunecarea se produce concomitent sau imediat după cutremur.

Neotectonica acţionează insidios în pregătirea alunecărilor prin faptul că în ţinuturile supuse înălţării în prezent- cu toate că această ridicare se produce foarte lent - se măreşte în timp înclinarea straturilor, până când gravitaţia depăşeşte forţa de frecare interioară a masivelor de pământ şi provoacă deplasarea terenului.

Prezenţa pădurilor pe suprafeţele înclinate constituie asigură o bună protecţie a terenului împotriva alunecărilor. Rădăcinile arborilor pădurii leagă substratul armând terenul, coronamentul şi litiera întârzie infiltraţia apei şi măresc evaporaţia, astfel că sub pădure, de regulă, nu sunt condiţii favorabile pregătirii alunecărilor de teren. După defrişare, terenurile în pantă se degradează repede, prin eroziune şi pornituri. Înclinarea versantului - aflat până la defrişare în echilibru datorită pădurii - devine dintr-odată prea mare. Roca impermeabilă - ferită iniţial de supraumezire - se saturează cu apă repede şi inegal, se umflă şi se mişcă subteran. Pe de altă parte, rădăcinile se usucă şi nu mai pot ţine pământul, ba mai mult, favorizează infiltraţia. De aceea, după 4 - 5 ani de la defrişare, unele povârnişuri încep să se desfigureze prin alunecări.

Cauzele declanşatoare. Cauzele care, singure sau - de cele mai multe ori combinate într-o perfectă interdependenţă - au rol pregătitor al alunecărilor,

acționează într-o perioadă de timp care poate fi uneori foarte scurtă, alteori îndelungată. Condițiile locale și întâmplătoare pot transforma pe oricare din cauzele pregătitoare în cauză declanșatoare. De aceea, este greu de prevăzut, cu precizie, momentul declanșării unei alunecări.

Există totuși unele indicii care prevestesc declanșarea alunecării într-un viitor mai mult sau mai puțin îndelungat, cum ar fi:

- ✓ umflarea părții inferioare a versantului, ceea ce semnifică începutul mișcării subterane a masei de alunecare;
- ✓ apariția crăpăturilor la partea superioară a versantelor și, mai ales, cele care se evidențiază în pereții clădirilor, pe drumuri sau chiar în tulpinile arborilor;
- ✓ dispariția bruscă și/sau apariția neașteptată a izvoarelor de coastă sau chiar numai tulburarea apei acestora;
- ✓ înclinarea nefirească a arborilor, stâlpilor sau a diferitelor construcții de pe terenurile înclinate;
- ✓ producerea de zgomote subterane și zguduiri ale pământului etc.

În general, declanșarea unei alunecări parcurge mai multe faze: desprinderea masivului sau ruperea la partea superioară, punerea în mișcare a masei alunecătoare, potolirea vremelnică și reactivarea.

Desprinderea începe încă din faza pregătitoare și se grefează pe crăpăturile terenului formate în perioadele de uscăciune, pe rețeaua de galerii ale faunei subterane sau chiar pe porțiunile mai labile ale versantului. În această etapă, apa nu are rol prioritar dar, pătrunde din ce în ce mai abundent spre stratul impermeabil prin mulțimea spațiilor libere create de crăpături, fisuri, galerii etc. Uneori, la alunecările provocate de apa subterană, declanșarea nu începe cu desprinderea, aceasta producându-se ca efect al alunecării. În acest caz, înmuierea patului de alunecare se produce independent de umezirea straturilor superioare și în consecință, iau naștere viteze de alunecare diferite între straturi. Ruperea în straturile de la suprafață este determinată de întinderea exercitată prin mișcarea straturilor inferioare, mai puternic înmuiate.

Punerea în mișcare a masei alunecătoare este determinată de înmuierea puternică a suprafeței de alunecare. În această fază se evidențiază râpa de desprindere, prin separarea masivului alunecător de obârșia alunecării. Când corpul alunecător se mișcă pe o talpă puternic umezită și netedă, întreaga masă deplasată păstrează suprafața uniformă, nezdruncinată. Dacă patul alunecării este neuniform umezit, sau are neregularități structurale, sau viteza de deplasare este prea mare și neuniformă, corpul masivului de alunecare se tulbură, distrugând arborii și toate construcțiile aflate pe masa antrenată în alunecare.

Punerea în mișcare a masei alunecătoare constituie faza critică a procesului și poate dura, de la câteva clipe, la săptămâni sau chiar luni de zile (tab. 16.29).

BCU CLUJ / UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 16.29

Clasele de viteză pentru alunecări
(după *Dikau R.* et al., 1996, citat de *Ioniță I.*, 2000)

Clasele vechi (*Varnes*, 1978)	Clasele noi (*The International Geotechnical Societies, UNESCO Working Party on World Landslide Inventory, WPWLI*, 1994)			
Viteza	Clasa de viteză	Limita de viteză	Descrierea vitezei	Natura impactului
> 3 m/s	7	5 m/s	Extrem de rapidă	Catastrofă de mare violență, clădirile expuse sunt distruse total și populația ucisă de impactul materialului deplasat.
0,3 m/min	6	3 m/min	Foarte rapidă	Vieți pierdute deoarece viteza alunecării este prea mare ca să permită tuturor oamenilor să scape; distrugeri majore.
1,5 m/zi	5	1,8 m/zi	Rapidă	Scăparea și evacuarea sunt posibile; construcții, proprietăți și echipamente distruse de masa dislocată.
1,5 m/lună	4	1,3 m/lună	Moderată	Construcțiile puțin sensibile pot fi păstrate dacă sunt situate la distanțe scurte în fața vârfului masei deplasate; construcțiile situate pe masa dislocată sunt grav avariate.
1,5 m/an	3	1,6 m/an	Lentă	Drumurile și construcțiile puțin sensibile pot fi menținute cu ample și frecvente lucrări de întreținere.
0,06 m/an	2	0,016 m/an	Foarte lentă	Unele construcții permanente nu sunt avariate sau dacă sunt crăpate prin mișcare, ele pot fi reparate.
	1		Extrem de lentă	Nici o stricăciune la construcțiile executate cu precauție.

Potolirea vremelnică a alunecării are loc după faza critică, mișcarea masivului alunecător reducându-se treptat, fie datorită creșterii rugozității patului de alunecare, fie din cauza micșorării pantei și/sau a apariției unui reazem natural. Mișcări mărunte de așezare a pământului din masivul de alunecare se mai produc o perioadă de timp și după încetarea alunecării.

Reactivarea alunecării se produce, de foarte multe ori, deoarece deplasarea care a avut loc creează noi condiții favorabile pregătirii altei alunecări. Din acest motiv, pe suprafețele afectate de alunecări apar situații complexe, generate de interferarea sau suprapunerea alunecărilor noi cu cele vechi.

16.8.3 Elementele componente ale unei alunecări

La o alunecare de teren obişnuită, părţile componente sunt: râpa de desprindere, corpul alunecării, patul alunecării şi baza alunecării (fig. 16.53).

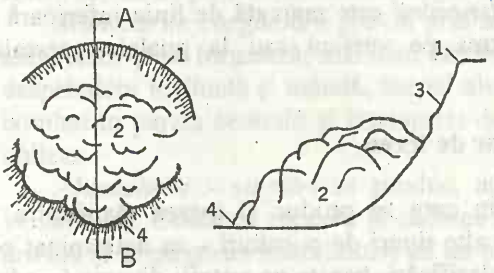


Fig. 16.53 Părţile componente ale unei alunecări
1 - râpa de desprindere; 2 - corpul alunecător;
3 - suprafaţa de alunecare; 4 - baza alunecării

Râpa de desprindere se formează prin ruperea masei alunecătoare de terenul rămas pe loc. La început este aproape verticală şi complet dezgolită dar ulterior - sub acţiunea factorilor de eroziune - îşi micşorează panta şi se înierbează, transformându-se într-o cornişă.

Traseul râpei de desprindere poate fi semicircular, rectiliniu sau sub formă de ghirlandă (fig. 16.54).

La baza râpei de desprindere apare, de cele mai multe ori, o adâncitură ca un şanţ neregulat, limitat spre aval de înălţimea corpului alunecării. În această depresiune se adună apa din precipitaţii, formând bălţi şi mlaştini care, prin infiltrare - în anii bogaţi în precipitaţii - reactivează alunecarea. Cu timpul, adâncitura de la baza râpei de desprindere se colmatează.

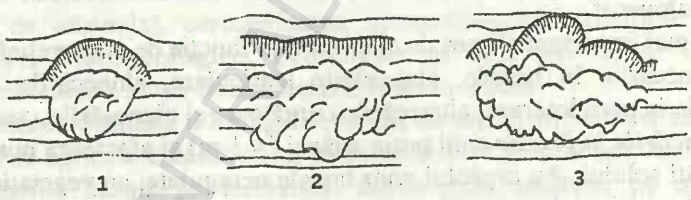


Fig. 16.54 Diferite forme ale râpei de desprindere
1 - semicirculară; 2 - rectilinie; 3 - în ghirlandă

Corpul alunecării sau masa de alunecare reprezintă depozitul deluvial limitat la partea inferioară de patul alunecării, în părţile laterale de marginile alunecării iar în partea aval de baza alunecării.

Corpul alunecării se poate prezenta cu integritatea structurală rămasă intactă (când alunecarea s-a produs lin, pe un pat neted) sau tulburată (când materialul alunecător a fost frământat în mişcare). Aceste două situaţii se pot întâlni împreună, pe acelaşi masiv de alunecare, când la partea superioară masa rămâne intactă iar mai jos, spre baza alunecării, din ce în ce mai frământată.

Pe corpul alunecării se formează un microrelief caracteristic (trepte de alunecare, crăpături, forme vălurate, monticuli etc).

Patul alunecării este suprafaţa înmuiată pe care se deplasează masivul, detaşat prin râpa de desprindere. Prezenţa neregularităţilor pe suprafaţa patului de alunecare determină caracteristicile microreliefului corpului alunecător.

Baza alunecării sau *fruntea alunecării* este marcată de linia inferioară a corpului alunecării. Se poate forma pe versant sau la poalele acestuia, strangulând sau barând valea.

16.8.4 Clasificarea alunecărilor de teren

Condiţiile extrem de variate în care se produc şi marea răspândire a alunecărilor de teren - în raport cu alte tipuri de pornituri - au determinat pe specialişti să elaboreze numeroase clasificări, bazate pe criterii diverse (modul în care se produc, structura versantului, vechimea, adâncimea patului de alunecare etc).

Unul dintre cele mai complete şi totodată simple criterii de clasificare îl constituie *forma reliefului care rezultă din alunecare*. Acest criteriu exprimă rezultanta complexului de forţe care au acţionat la pregătirea şi declanşarea alunecării, este indicatorul veridic al modului în care s-a produs alunecarea, al adâncimii masei puse în mişcare, al legăturii cu apa freatică, al raportului cu panta morfologică sau structurală etc. Pe de altă parte, cunoaşterea amănunţită a microreliefului creat prin alunecare permite adoptarea soluţiilor tehnice adecvate de prevenire şi combatere a acestui fenomen şi de punere în valoare a terenului alunecat.

Cele mai importante tipuri de alunecări, în funcţie de microrelieful rezultat, sunt: alunecările în brazde, alunecările lenticulare, alunecările în movile, alunecările în pseudoterase, alunecările curgătoare şi alunecările - surpări.

Alunecările în brazde sunt puţin adânci (< 1 m) şi afectează numai o parte din profilul solului. Au aspectul unor brazde neregulate, cu vegetaţie ierboasă, separate de porţiuni de teren libere de vegetaţie.

Alunecările lenticulare au adâncimea de 1 - 5 m, prezintă la partea superioară râpa de desprindere sub care se află un şanţ scurt, urmat de masivul de formă bombată, ca o lentilă. Este tipul de alunecare foarte răspândit, evidenţiindu-se ca nişte lentile etajate, dispuse neregulat pe versant.

Alunecările în movile sau în monticuli, în grueţi, glimee, ţiglăi sunt deplasări de teren de amploare, cu adâncimea mare (5 - 20 m sau chiar mai mult), de forma unor ridicături cu contur circular sau oval la bază, ascuţite la vârf, cu panta mare şi denivelările adânci, între care se menţine apa sub formă de bălţi sau prin care se formează pâraie suspendate. Microrelieful acestui tip de alunecare se datorează, în principal, vitezei mari de producere a alunecării şi prezenţei obstacolelor care frânează brusc continuarea deplasării masivului.

Alunecările în pseudoterase sau în trepte sunt, obişnuit, alunecări de adâncime mare (5 - 30 m), afectează terenul pe lungime de până la câţiva kilometri şi se produc pe versantele cu panta mare, fără ca structura masivelor de alunecare - late de sute de metri - să-şi modifice structura încât vegetaţia sau construcţiile de pe acestea rămân, în general, intacte.

Alunecările curgătoare provin prin înmuierea unei mari părţi din masivul alunecător şi se formează, mai ales, la obârşia unor văi secundare. Au râpa de desprindere înclinată şi netedă, corpul alunecării mai mult lung decât lat, uşor bombat în partea centrală şi intersectat de numeroase crăpături transversale şi oblice.

Alunecările - surpări se produc, adesea, datorită eroziunii de la baza versantului. Odată cu ruperea şi căderea maselor de teren rămase fără suport, are loc şi împingerea materialului pe un plan de alunecare puternic umectat. Se caracterizează printr-un microrelief cu numeroase trepte şi crăpături transversale.

16.8.5 Prevenirea şi combaterea alunecărilor de teren pe suprafeţele agricole

Prevenirea şi combaterea alunecărilor de teren constituie probleme greu de rezolvat, atât sub aspectul economic cât şi în ce priveşte găsirea soluţiilor tehnice corespunzătoare de amenajare.

În scopul precizării soluţiilor raţionale de amenajare şi valorificare a terenurilor alunecătoare sunt necesare date de studii referitoare la localizarea terenului de amenajat, caracterizarea geomorfologică, condiţiile climatice, hidrologice, hidrogeologice, pedologice şi cele privitoare la situaţia social-economică a zonei cu alunecările luate în studiu.

Efectuarea detaliată a întregului volum de studii, în vederea amenajărilor pe terenurile agricole alunecătoare, este costisitoare şi de aceea, sunt justificate numai studiile bazate pe materialul documentar existent, pe observaţiile, măsurătorile şi determinările simple pe teren şi în laborator, pe informaţiile de la localnici. Numai în cazurile când alunecările de pe suprafeţele agricole periclitează şi stabilitatea terenurilor unor centre populate, zone industriale, căi de comunicaţie importante, lacuri de acumulare cu folosinţă complexă etc, sunt oportune investigaţiile pentru întregul complex de studii şi amenajări necesare.

Deoarece zonele cu alunecări reprezintă - în cele mai multe cazuri - şi suprafeţe puternic erodate, studiile pentru prevenirea şi combaterea alunecărilor pot fi completate şi coroborate cu cele referitoare la amenajările antierozionale.

La stabilirea sistemului de măsuri şi lucrări trebuie să se pornească de la necesitatea înlăturării sau diminuării cauzelor pregătitoare şi declanşatoare ale alunecărilor, avându-se în vedere tipul de alunecare dominant şi importanţa social-economică a obiectivelor periclitate de alunecări.

După *Băloi V.*, măsurile şi lucrările care se aplică pe terenurile agricole pot fi grupate în două categorii:

✓ măsuri şi lucrări pentru reducerea forţelor motoare ale alunecărilor;

✓ măsuri şi lucrări pentru mărirea forţelor de rezistenţă ale pământului alunecător.

Reducerea forţelor motoare de pregătire şi declanşare a alunecărilor se poate realiza prin adoptarea şi respectarea unor interdicţii privind folosirea terenurilor cu potenţial de alunecare precum şi prin unele amenajări speciale ale acestor terenuri. Între acestea, cele mai importante au în vedere:

✓ interzicerea amplasării pe suprafaţa terenului alunecător a oricăror construcţii şi depozite grele sau a motoarelor de mare capacitate care prin funcţionare produc vibraţii puternice;

✓ reducerea greutăţii masivului alunecător prin excavarea versantului şi realizarea unui taluz uniform, care se protejează împotriva acţiunii scurgerii apei de suprafaţă prin înierbare imediată;

✓ interzicerea trasării pe terenul periclitat a căilor de comunicaţie supuse circulaţiei cu vehicule grele;

✓ valorificarea covorului ierbos prin cosire şi păşunat restrictiv, inclusiv cu interdicţia păşunatului pentru perioade de 1 - 2 ani;

✓ restricţie până la interdicţie, cu privire la amplasarea lucrărilor de aducţiune a apei şi a celor de reţinere parţială sau totală a apei în zona cu potenţial de alunecare;

✓ prevenirea eroziunii în adâncime la baza versantului şi amenajarea antierozională a formelor eroziunii în adâncime existente;

✓ amplasarea unor elemente de sprijin în rupturile de la baza versantului (ziduri de sprijin, ecrane de rezistenţă îngropate, contrabanchete de pământ etc).

Majorarea forţelor de rezistenţă ale pământului la alunecare se poate realiza prin lucrări de atenuare a influenţei apei subterane asupra însuşirilor fizico-mecanice şi chimice ale pământului, prin înlăturarea excesului de apă de la suprafaţa terenului, prin interzicerea accesului scurgerii de suprafaţă de pe terenurile învecinate în perimetrul alunecător ş. a (fig. 16.55).

Măsurile şi lucrările pentru diminuarea influenţei apei subterane se referă la:

✓ amplasarea pe suprafaţa cu potenţial de alunecare a folosinţelor cu plante mari consumatoare de apă;

✓ aplicarea agrotehnicii diferenţiate, specializată;

✓ captarea izvoarelor din perimetrul alunecător;

✓ amenajarea ameliorativă şi menţinerea unor ravene cu rol drenant pe terenul predispus la alunecare;

✓ construcţia canalelor de coastă şi a drenurilor de piatră, executate până la 1 - 3 m adâncime;

✓ interzicerea terasării terenurilor alunecătoare ş. a.

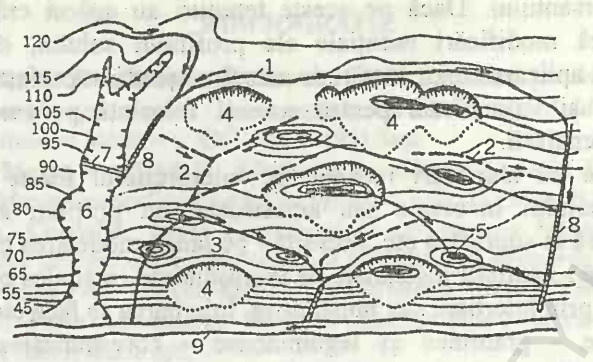


Fig. 16.55 Evacuarea apei stagnante şi captarea izvoarelor pe un teren alunecător
1 - canal; 2 - dren; 3 - râpă de desprindere; 4 - masiv de alunecare; 5 - loc de băltire;
6 - ravenă; 7 - baraj de pământ; 8 - debuşeu; 9 - curs de apă

Lucrările care se execută pentru eliminarea excesului de apă de la suprafaţă şi pentru prevenirea accesului apei de pe terenul învecinat sunt:

- ✓ netezirea - modelarea terenului şi compactarea terasamentelor;
- ✓ executarea şanţurilor de colectare şi evacuare a apei din depresiunile închise, care nu se pot desfiinţa;
- ✓ construcţia canalelor impermeabilizate, în amonte de râpa de desprindere;
- ✓ astuparea crăpăturilor şi depresiunilor mici, folosind material cu permeabilitatea redusă (argilă).

16.8.6 Valorificarea terenurilor agricole degradate prin alunecări

Terenurile alunecătoare se pot ameliora şi valorifica diferenţiat, în funcţie de particularităţile cauzelor pregătitoare şi declanşatoare ale alunecării, de caracteristicile alunecării, de natura şi gradul de degradare a solului datorită alunecărilor şi de cerinţele agroeconomice.

Valorificarea agrosilvică a unor astfel de terenuri, este dificilă, atât din cauza fertilităţii reduse cât şi datorită costului ridicat al complexului de lucrări ce trebuie aplicate. De regulă, se fac amenajări speciale numai în cazuri izolate, când se produc degradări pe suprafeţe limitate în interiorul folosinţelor intensive.

Uneori, între proiectare şi execuţie se scurge o perioadă lungă de timp, în care alunecările pot evolua încât soluţiile ameliorative propuse prin proiectare nu mai sunt corespunzătoare. De aceea, înainte de începerea execuţiei trebuie verificat dacă lucrările prevăzute în proiect mai sunt potrivite.

Pe terenurile cu alunecări vechi, stabilizate, ca şi pe cele cu potenţial de alunecare se aplică măsurile şi lucrările cu caracter preventiv, pentru diminuarea cauzelor pregătitoare ale alunecărilor şi asigurarea, în continuare, a

stabilității versantului. Dacă pe aceste terenuri au apărut crăpături și mici deplasări, fără modificări esențiale ale profilului solului, după astuparea crăpăturilor și aplicarea unor lucrări de netezire ușoară, suprafața afectată poate fi ameliorată și valorificată pentru aceeași folosință pe care a avut-o în momentul amenajării.

Terenurile cu alunecări recente, cu microrelieful foarte frământat, cu orizonturile solului inversate sau amestecate, cu porțiuni având roca de solificare adusă la suprafață etc, necesită - pe lângă modelarea cu mișcări mari de terasamente - cantități însemnate de îngrășăminte (mai ales organice) și pot fi valorificate prin înierbare sau împădurire. Înierbarea se face cu amestecuri de ierburi perene - graminee și leguminoase - corespunzătoare condițiilor pedoclimatice din zonă. Se recomandă ca pajiștile înființate pe terenurile alunecătoare să fie plantate cu specii pomicole, realizându-se astfel folosirea mai intensivă a terenului. Cea mai potrivită specie pentru astfel de terenuri este nucul, plantat singur sau în asociație cu diferiți arbuști fructiferi.

Pe terenurile alunecătoare cu exces periodic de umiditate și slab salinizate pot fi plantate specii de arin, frasin și plop. Dacă terenul este moderat salinizat, se obțin rezultate bune plantând sălcioara și cătina albă.

Pe terenurile frământate fără exces de umiditate, lutoase sau luto-nisipoase, se pot planta arinul, plopul tremurător, pinul negru, lemnul câinesc etc.

Înierbarea și/sau împădurirea acestor suprafețe trebuie să urmeze lucrărilor de netezire-modelare (cu asigurarea stabilității maselor de pământ deplasate artificial), de amplasare eficientă a rețelei de desecare-drenaj și de corectare a fertilității, diferențiat, în funcție de gradul de neomogenitate a terenului.

Rezultă din cele prezentate că lucrările de amenajare și valorificare trebuie aplicate combinat, datorită condițiilor locale complexe ale terenurilor degradate prin alunecări.

BCU IASI / CENTRU

BIBLIOGRAFIE

1. **Ailincăi, C., N. Dumitrescu, D. Bucur, 1992**: *Cercetări privind amploarea şi consecinţele proceselor de eroziune în Câmpia Moldovei*, Cercetări agronomice în Moldova, XXV- vol. 1(95), Iaşi.
2. **Alecu, I., Merce E., Pană D., Sâmbotin L., Ciurea I., Bold I., Dobrescu N., 2001**: *Managementul exploataţiilor agricole*, Editura Ceres, Bucureşti.
3. **Bălăceanu, Cornelia, 1998**: *Contribuţii la optimizarea tehnico-economică a lucrărilor de combatere a excesului de umiditate pe terenurile nesalinizate din lunca râului Prut*, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi", Iaşi.
4. **Băloiu, V., 1980**: *Amenajarea bazinelor hidrografice şi a cursurilor de apă*, Editura Ceres, Bucureşti.
5. **Băloiu, V., 1982**: *Scheme de amenajare a reţelei torenţiale*, Revista Producţia vegetală, cereale şi plante tehnice, nr. 10, Bucureşti.
6. **Băloiu, V., V. Ionescu, 1986**: *Apărarea terenurilor de eroziune, alunecări şi inundaţii*, Editura Ceres, Bucureşti.
7. **Bâra, C., A. Chirilă, 1994**: *Ghidul hidroameliorătorului*, Editura Ceres, Bucureşti.
8. **Bâra, C., M. Rădulescu, V. Dobrea, C. Popescu, 1977**: *Nivelarea şi modelarea terenurilor agricole*, Editura Ceres, Bucureşti.
9. **Beasley, R. P., J. M. Gregory, T. R. McCarty, 1984**: *Erosion and sediment pollution control*, Iowa State University Press.
10. **Bel, F., A. Lacroix, C. Leroch, A. Mollard, 1995**: *Agriculture, environnement et pollution de l'eau*, Grenoble.
11. **Bertea, A., 1997**: *Protecţia mediului*, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" din Iaşi.
12. **Binie & Partners Ltd., Hunting Tech. Services Ltd. UK and I.S.P.I.F. - S.A. Romania, 1994**: *Study of irrigation and drainage in Romania. Rapport on technical, economical and financial viability.*
13. **Blidaru, V. şi colab., 1997**: *Amenajări de irigaţii şi drenaje*, Editura Interprint, Bucureşti.
14. **Blidaru, V., V. Dobre, 1990**: *Raţionalizări în irigaţii şi drenaje în cadrul amenajărilor hidrotehnice complexe*, Editura Ceres, Bucureşti.
15. **Bold, I., Crăciun A., 1999**: *Organizarea teritoriului*, Editura Mirton, Timişoara.
16. **Bold, I., S. Hartia, V. Niţă, D. Teaci, 1984**: *Economia funciară*, Editura Ceres, Bucureşti.
17. **Bonciarelli, F., U. Bonciarelli, 1998**: *Agronomia*, Edagricole, Bologna.
18. **Braşoveanu, N., 1995**: *Economia agriculturii montane*, Editura Academiei Române, Bucureşti.
19. **Bucur, D., 1998**: *Măsuri agrotehnice pentru reducerea eroziunii solului pe terenuri în pantă irigate din Depresiunea Jijia-Bahlui*, Teză de doctorat, Universitatea tehnică „Gh. Asachi", Iaşi.
20. **Bucur, D., P. Savu, 2001**: *Cercetări privind influenţa factorului antropic asupra unor însuşiri fizice ale cernoziomului cambic din Câmpia Moldovei*, Lucr. şt., Seria Agronomie, vol. 44, Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.
21. **Bucur, D., P. Savu, Despina Ailincăi, 1999**: *Amploarea procesului de eroziune şi posibilităţi de combatere pe versantele din Câmpia Moldovei*, Lucr. şt., Seria

BCU IAŞI - FILIALA ŞTIINŢE AGRICOLE LIBRARY

Agronomie, vol. 42, Universitatea Agronomică şi de Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.

22. **Bucur D., P. Savu, F. Filipov, C. Ailincăi, 1998**: *Contributions to the study of economical and ecological implications of utilization of irrigated sloping lands in Moldova Plain*, Proc. Int. Conf. on Soil Conditions and Crop Production, Márta Birkás & Attila Murányi Editors, Gödöllö, Hungary.
23. **Bucur, N. şi colab., 1956:** *Toleranţa la salinitate la plantele cultivate neirigate pe solurile salinizate din Depresiunea Jijia - Bahlui în condiţiile anului 1956*, În: Studii şi cercetări ştiinţifice, Seria Biologie şi ştiinţe agricole, Academia R. P. R., Filiala Iaşi, 7, fasc. 1.
24. **Bucur, N., Teşu C., Lixandru Gh., Merlescu E., Ionel A., 1963**: *Toleranţa la salinitate a principalelor soiuri de grîu de toamnă cultivate pe soluri salinizate de luncă din Depresiunea Jijia-Bahlui*, Lucr. şt., Institutul Agronomic Iaşi.
25. **Budiu, V., D. Mureşan, 1995**: *Desecări şi combaterea eroziunii solului*, Tipo Agronomia, Cluj-Napoca.
26. **Budoi, Gh., Gh. Florescu, Al. Lăzăroiu, I. Măgdălina, V. Mihăilă, I. Munteanu, I. Păduraru, Gh. Sandu, A. Volcov, 1985**: *Exploatarea raţională agricolă a terenurilor din incintele îndiguite*, Editura Ceres, Bucureşti.
27. **Buhociu, L., 1992**: *Îmbunătăţirile funciare în România - un trecut cu tradiţie, experienţă şi realizări care îndeamnă la reflecţii pentru prezent şi viitor*, Rev. Îmbunătăţiri funciare şi construcţii rurale, 3/29, Bucureşti.
28. **Buhociu, L., I. Mihnea, 1984**: *Energia şi cheltuielile încorporate în principalele materiale de drenaj*, Analele I.C.I.T.I.D., vol. III (XIV), Bucureşti.
29. **Buhociu, L., L. Creangă, 2000**: *Îmbunătăţirile funciare în România (Realizări şi perspective)*. În Buletinul A.G.I.R., anul V, nr. 3, Bucureşti.
30. **Canarache, A., 1992**: *Fizica terenurilor agricole*, Editura Ceres, Bucureşti.
31. **Cazacu, E., V. Dobre, I. Mihnea, Gh. Pricop, M. Roşca, E. Sârbu, I. Stanciu, A. Wehry, 1985**: *Desecări*, Editura Ceres, Bucureşti.
32. **Cazacu, E., V. Dobre, I. Mihnea, Gh. Pricop, M. Roşca, E. Sârbu, I. Stanciu, A. Wehry, 1989**: *Irigaţii*, Editura Ceres, Bucureşti.
33. **Cazacu, E., M. Dorobanţu, I. Georgescu, E. Sârbu, 1982**: *Amenajări de irigaţii*, Editura Ceres, Bucureşti.
34. **Certousov, D. M., 1966**: *Hidraulica*, Editura Tehnică, Bucureşti.
35. **Cismaru, C., I. Bartha, I. Cojocaru, N. Marcoie, V. Gabor, 1998**: *Characterizing agricultural droughts in eastern Romania*, 1-st Inter-Regional Conference on Environment-Water: Innovative issues in irrigation and drainage, Lisabona.
36. **Cismaru, C., V. Gabor, N. Marcoie, D. Scripcariu, 1998**: *Evoluţia temporală şi spaţială a secetei agricole din anul 1998 în Podişul Moldovei si nordul Bărăganului*. Lucr. şt., Seria Agronomie, vol. 41, Universitatea Agronomică şi de Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.
37. **Cismaru, C., Rodica Popia, 1986**: *Exploatarea sistemelor de îmbunătăţiri funciare - îndrumător pentru lucrări practice şi proiect*, Atelierul de multiplicare al Institutului Politehnic din Iaşi.
38. **Conea, Ana, Irina Vintilă, A. Canarache, 1977**: *Dicţionar de ştiinţa solului*, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti.

39. **Dăscălescu, N., 1979**: *Distribuţia raţională a apei în reţelele de canale pentru irigaţii*, Editura Ceres, Bucureşti.
40. **De Simone, C., M. Raglione, U. Francia, L. Rinaldini, 1995**: *Influenza dell'uso del suolo sull'erosione in aree colinari*, Rivista di Agronomia, 29, 3 suppl., Edagricole, Bologna.
41. **Diaconu, C., 1988**: *Râurile de la inundaţii la secetă*, Editura Tehnică, Bucureşti.
42. **Diaconu, C., P. Şerban, 1994**: *Sinteze şi regionalizări hidrologice*, Editura Tehnică, Bucureşti.
43. **Dumitrescu, N., A. Popa, 1979**: *Agrotehnica terenurilor arabile în pantă*, Editura Ceres, Bucureşti.
44. **Gaşpar, R., 1988**: *Metodă de evaluare a scurgerii de suprafaţă generată de ploi în bazine hidrografice mici*, Revista Pădurilor, nr. 3.
45. **Grumeza, N., C. Kleps, 1985**: *Metode pentru creşterea randamentului de utilizare a apei în sistemele de irigaţii*, Editura Ceres, Bucureşti.
46. **Grumeza, N., O. Merculiev, C. Kleps, 1987**: *Folosirea raţională a apei în exploatarea amenajărilor de irigaţii*, Redacţia de propagandă agricolă, Bucureşti.
47. **Grumeza, N. şi colab., 1985**: *Evoluţia apei freatice şi a solului în amenajările de irigaţii*, În Lucrările Primului Simpozion de Îmbunătăţiri Funciare, vol. III, C.N.R.I.D., Bucureşti.
48. **Hallsworth, E. G., 1987**: *Anatomy, Physiology and Psychology of Erosion*, J. Willey ed., Chichester.
49. **Haret, C., I. Stanciu, 1978**: *Tehnica drenajului pe terenurile agricole*, Editura Ceres, Bucureşti.
50. **Hartge, K., H., Horn R., 1999**: *Einführung in die Bodenphysik*, Enke Verlag, Stuttgart,.
51. **Hâncu, S., E. Rus, P. Dan, Gh. Teodoreanu, 1982**: *Hidraulica sistemelor de irigaţie cu funcţionare automată*, Editura Ceres, Bucureşti.
52. **Hâncu, S., P. Stănescu, Gh. Platagea, 1971**: *Hidrologie agricolă*, Editura Ceres, Bucureşti.
53. **Ioniţă, I., 2000**: *Geomorfologie aplicată. Procese de degradare a regiunilor deluroase*, Editura Universităţii „Al. I. Cuza", Iaşi.
54. **Ivan, C., 1985**: *Calculul sistemelor de drenaj*, Editura Tehnică, Bucureşti.
55. **Iwata, S., T. Tabuchi, P. B. Warkentin, 1995**: *Soil water interactions. Mechanism and applications, second edition*, Marcel Decker Inc., New York.
56. **Kiselev, P. G., 1988**: *Îndreptar pentru calcule hidraulice*, Editura Tehnică, Bucureşti.
57. **Lup, A., 1997**: *Irigaţiile în agricultura României*, Editura Agris, Bucureşti
58. **Marcoie, N., 2001**: *Contribuţii privind reglarea automată pe canalele deschise din sistemele de irigaţii*, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi", Iaşi.
59. **Mateescu, Cr., 1961**: *Hidraulica*, Editura de Stat Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
60. **M.A.I.A. - I.G.F.C.O.T, 1983**: *Studiul fondului funciar agricol al R. S. România*, Centrul de material didactic şi propagandă agricolă, Bucureşti.
61. **Măgdălina, I., 1994**: *Exploatarea şi întreţinerea lucrărilor de îmbunătăţiri funciare*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
62. **Mihai, Gh., V. Ionescu, 1968**: *Ghid pentru combaterea eroziunii solului*, Editura Agrosilvică, Bucureşti.

BCU "LUCIAN BLAGA" CLUJ-NAPOCA LIBRARY

63. **Mihaiu, Gh., 1983**: *Probleme actuale în dezvoltarea lucrărilor de amenajare a versanţilor şi controlul proceselor de degradare*, Revista Producţia vegetală, cereale şi plante tehnice, nr. 10, Bucureşti.
64. **Mihaiu, Gh., L. Mihalache, N. Blegu, 1985**: *Amenajarea şi exploatarea terenurilor în pantă destinate plantaţiilor de vii*, Editura Ceres, Bucureşti.
65. **Moca, V., 1989**: *Eficienţa lucrărilor de drenaj subteran amenajate pe solurile ce exces pluvial de umiditate din Depresiunea Baia - Moldova*, Cercetări agronomice în Moldova, vol. 2 (86), Iaşi.
66. **Moca, V., M. Călin, O. Radu, F. Filipov, 1997**: *Randamentul funcţional al reţelei de desecare-drenaj amenajate pe terenuri agricole, cu exces pluvial de umiditate*, În: Horticultura clujeană XX, Cluj-Napoca.
67. **Moţoc, M., S. Munteanu, V. Băloiu, P. Stănescu, Gh. Mihai, 1975**: *Eroziunea solului şi metodele de combatere*, Editura Ceres, Bucureşti.
68. **Moţoc, M., P. Stănescu, Iuliana Taloescu, 1972**: *Metode de estimare a eroziunii totale şi a eroziunii efluente pe bazine hidrografice mici*, A.S.A.S., I.C.P.A., Bucureşti.
69. **Munteanu, S. A., C. Traci, I. Clinciu, N. Lazăr, E. Untaru, 1991**: *Amenajarea bazinelor hidrografice torenţiale prin lucrări silvice şi hidrotehnice*, vol. I, Editura Academiei Române, Bucureşti.
70. **Munteanu, S. A., C. Traci, I. Clinciu, N. Lazăr, E. Untaru, N. Gologan, 1993**: *Amenajarea bazinelor hidrografice torenţiale prin lucrări silvice şi hidrotehnice*, vol. II, Editura Academiei Române, Bucureşti.
71. **Munteanu, S. A., R. Gaşpar, I. Clinciu, N. Lazăr, 1979**: *Calculul debitelor maxime de viitură prin formula raţională. Îndrumător de proiectare*, Universitatea din Braşov.
72. **Mureşan, D., I. Pleşa, N. Onu, P. Savu, Z. Nagy, I. Jinga, Al. Teodoroiu, I. Păltineanu, I. Toma, I. Vasilescu, 1992**: *Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
73. **Mustaţă, L., 1981**: *Determinarea debitelor maxime în condiţiile lipsei datelor directe*, Revista Hidrotehnica, nr. 7.
74. **Nicolescu, C., Al. Iosub, T. Neda, 2000**: *Soluţii pentru creşterea eficienţei amenajărilor de irigaţii prin echiparea cu microhidroagregate, transformatoare hidraulice şi turbopompe*, În Buletinul A. G. I. R., anul V, nr. 3, Bucureşti.
75. **Niţescu, E., D. Leu, 1990**: *Tehnologia drenajului orizontal pentru amenajările de îmbunătăţiri funciare*, Editura Ceres, Bucureşti.
76. **Onisie, T., G. Jităreanu, 1999**: *Agrotehnica*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iaşi.
77. **Onu, N., 1972**: *Corelaţii între însuşirile fizice şi hidrofizice ale principalelor soluri din Câmpia Aradului şi viteza de infiltraţie a apei în condiţii de irigare*, Teză de doctorat, Institutul Agronomic Timişoara.
78. **Pleşa, I., V. Burchiu, 1986**: *Exploatarea sistemelor de îmbunătăţiri funciare*, Editura Ceres, Bucureşti.
79. **Pleşa, I, Cîmpeanu S., 2001**: *Îmbunătăţiri funciare*, Editura Cris Book Universal, Bucureşti.
80. **Pleşa, I., D. Mureşan, N. Ceauşu, Gh. Florescu, I. Popescu, P. Savu, 1980**: *Îmbunătăţiri funciare*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

81. **Pop, M., 1969**: *Întreţinerea şi folosirea păşunilor şi fâneţelor*, Editura Agro-Silvică, Bucureşti.
82. **Popa, A., G. Stoian, Greta Popa, O. Ouatu, 1984**: *Combaterea eroziunii solului pe terenurile arabile*, Editura Ceres, Bucureşti.
83. **Popescu, Ch., D. Bucur, 1999**: *Apa şi producţia vegetală*, Editura „Gh. Asachi", Iaşi
84. **Popescu, N., M. Moţoc, 1993**: *Elemente ale eficienţei lucrărilor de conservare a solului*, Sinteze I.S.P.I.F.- S.A., Buletin An III, Bucureşti.
85. **Popovici, G., 1998**: *Amenajarea vârfurilor formaţiunilor torenţiale de pe teritoriul agricol din Moldova*, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi", Iaşi.
86. **Popovici, N., 1990**: *Combaterea eroziunii solului*, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" din Iaşi.
87. **Popovici, N., A. Pricop, 1981**: *Îndrumător pentru dimensionarea lucrărilor de pe reţeaua torenţială*, Institutul Politehnic din Iaşi.
88. **Răuţă, C., 1985**: *Solul şi apa*, Raport general în Lucrările Primului Simpozion de Îmbunătăţiri Funciare, vol. III, C.N.R.I.D., Bucureşti.
89. **Răuţă, C., S. Cîrstea, 1985**: *Rolul şi importanţa monitoringului calităţii solului din perimetrele de îmbunătăţiri funciare*, În: Lucrările Primului Simpozion de Îmbunătăţiri Funciare, vol. II, C.N.R.I.D., Bucureşti.
90. **Rieul, L., 1992**: *Irrigation - guide pratique*, Cemagref, Paris.
91. **Sahasrabudhe, S. R., 1997**: *Irrigation engineering*, S.K. Kataria & Sons, Delhi.
92. **Savin, C., 1996**: *Dicţionar ştiinţific poliglot pentru domeniile: hidrologie, gospodărirea apelor, meteorologie, protecţia mediului*, Editura Tipored, Bucureşti.
93. **Savu, P., 1985**: *Îmbunătăţiri funciare - curs - vol. I şi II*, Atelierul de multiplicare al Institutului Agronomic "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.
94. **Savu, P., 1990**: *Eroziunea solului - noţiuni generale - prevenire-combatere - curs*, Atelierul de multiplicare al Institutului Agronomic "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.
95. **Savu, P., 1991**: *Desecări - curs*, Atelierul de multiplicare al Institutului Agronomic "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.
96. **Savu, P., D. Bucur, 1999** - *Observaţii cu privire la valoarea pantei de depunere a aluviunilor în aterisamente şi comportarea în exploatare a barajelor executate pe pârâul torenţial Cuca (b. h. Râul Târgului)*, Lucr. şt, Seria Agronomie, vol. 42, U.A.M.V. Iaşi.
97. **Savu, P., D. Bucur, C. Dascălu, 1995** - *Starea actuală şi perspectivele combaterii eroziunii solului pe teritoriul judeţului Iaşi*, Lucr. şt., Seria Agronomie, vol. 38, Universitatea Agronomică şi de Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.
98. **Savu, P., D. Bucur, C. Ilişescu, 1996**: *Cu privire la evoluţia structurii modului de folosinţă şi a lucrărilor antierozionale pe terenurile agricole în pantă din judeţul Botoşani în perioada 1990-1995*, Lucr. şt., Seria Agronomie, vol. 39, Universitatea Agronomică şi de Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.
99. **Savu, P., D. Bucur, E. Popa, 1996**: *Prevenirea şi combaterea eroziunii solului pe terenurile agricole înclinate din judeţul Bacău, în perioada 1990-1995*, Lucr. şt., Seria Agronomie, vol. 39, Universitatea Agronomică şi de Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.
100. **Savu, P., D. Bucur, T. Onisie, I. Popa, 1998**: *Contributions to the study of the potential of anti-erosional protection of some crop plants in Moldova Plain*,

B.C.U. „M. EMINESCU" IAŞI

Lucr. şt., Seria Agronomie, vol. 41, Universitatea Agronomică şi de Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.

101.Savu, P., D. Bucur, O. Tomiţă, I. Popa, 1997: *Researches regarding the technical efficiency of anti-erosion works carried out within the hydroameliorative system "Izvoru Berheci", Bacău district*, Lucr. şt., Seria Agronomie, vol. 40, Universitatea Agronomică şi de Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.

102.Savu, P., D. Bucur, O. Tomiţă, I. Popa, 1997: *The effects of the works of correcting some torrents in the hydrographic basin Râul Târgului upon the environments protection*, Lucr. şt., Seria Agronomie, vol. 40, Universitatea Agronomică şi de Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.

103.Savu, P., D. Bucur, O. Tomiţă, 1999: *Îndrumător pentru lucrări practice de îmbunătăţiri funciare*, Editura "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.

104.Savu, P., D. Bucur, S. Jităreanu, 2001: *Cercetări cu privire la cauzele degradării unor lucrări de construcţii hidrotehnice executate pe pârâul torenţial Bătrâna (b. h. Râul Târgului)*, Lucr. şt., Seria Agronomie, vol. 44, Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.

105.Savu, P., G. Jităreanu, T. Onisie, D. Bucur, F. Filipov, E. Teodorescu-Soare, 1995: *Evoluţia solului în amenajări hidroameliorative în incinta îndiguită, zona Bălteni-Probota (Lunca Prutului), jud. Iaşi*, Lucr. şt., vol. 38, Seria Agronomie, Universitatea Agronomică "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.

106.Savu, P., O. Tomiţă, 1989: *Contribuţii la studiul scurgerii de suprafaţă şi eroziunii solului pe terenurile arabile din sectorul nord-vestic al Câmpiei Moldovei*, Lucr. şt., vol. 34, Seria Agronomie, Universitatea Agronomică "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.

107.Schwab, G. O., D. Fangmeier, W. Elliot, 1995: *Soil and water management systems, 4th edition*, J. Wiley & Sons, New York.

108.Schwartzkopf, B., 1991: *Erosionsschutz*, Saaten-Union GmbH, Hannover.

109.Soltner, D., 1992: *Les bases de la production végétale, tome I: Le sol*, Imprimerie Siradeau & Cie, Angers Cedex.

110.Stanciu, I., 1982: *Tehnica drenajului cu tuburi şi a drenajului cârtiţă*, Centrul de material didactic şi propagandă agricolă, Bucureşti.

111.Stănescu, P., 1979: *Estimarea eroziunii potenţiale pe terenurile agricole*, Teză de doctorat, Institutul Agronomic "N. Bălcescu" din Bucureşti.

112.Stăncescu, L., N. Moraru, V. Ionescu, L. Leinweber, 1984: *Îndrumător tehnic pentru lucrări de îmbunătăţiri funciare*, Editura Ceres, Bucureşti.

113.Şchiopu, D., 1997: *Ecologie şi protecţia mediului*, Editura Didactică şi Pedagogică R.A., Bucureşti.

114.Teşu, C., 1994: *Pedologie, vol. II, (Fascicola 1 şi 2)*, Atelierul de multiplicare a materialului didactic, Universitatea Agronomică „Ion Ionescu de la Brad", Iaşi.

115.Teşu, C. şi colab. 1978: *Efectul salinităţii solurilor hidromorfe asupra recoltei la floarea-soarelui*, În: Cercetări agronomice în Moldova, vol. 1, Iaşi

116.Timariu, Gh., 1993: *Organizarea teritoriului şi introducerea asolamentelor în exploataţiile agricole*, Editura Tehnică Agricolă, Bucureşti.

117.Tomiță, O., 1999: *Cercetări privind influența lucrărilor ameliorative din incinta îndiguită Albița-Fălciu, asupra solurilor și apelor freatice*, Teză de doctorat, Universitatea Agronomică și de Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad", Iași.

118.Tomiță, O., Savu P., 1978: *Considerații privind eficiența drenajului de mică adâncime pe solurile salinizate din sectorul nordic al incintei îndiguite Albița-Fălciu*, Lucr. șt., vol. 29, Seria Horticultură, Institutul Agronomic "Ion Ionescu de la Brad", Iași.

119.Tomiță, O., Savu P., 1985: *Efectul lucrărilor de desecare asupra unor însușiri ale solurilor din incinta îndiguită Albița-Fălciu (Lunca Prutului)*, Lucr. șt., vol. 29, Seria Agronomie, Institutul Agronomic "Ion Ionescu de la Brad", Iași.

120.Traci, C., 1985: *Împădurirea terenurilor degradate*, Editura Ceres, București

121.Tufescu, V., 1966: *Modelarea naturală a reliefului și eroziunea accelerată*, Editura Academiei R. S. România, București.

122.Vaisman, I., 1960: *Raionarea ameliorativă și hidromodulă a bazinului rîului Prut*, Rev. Studii și cercetări, Academia R. S. România, filiala Iași.

123.Vîntu, V., 1994: *Influența supraînsamânțării și fertilizării asupra pajiștilor de Festuca valesiaca L. din Depresiunea Jijia-Bahlui*, Cercetări Agronomice în Moldova, vol. 3-4, Iași.

124.Vladimirescu, I., 1984: *Bazele hidrologiei tehnice*, Editura Tehnică, București.

125.Zachar, D., 1982: *Soil erosion. Development in soil science*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York.

126.*, 1985**: *S.C.C.C.E.S. Perieni - 30 de ani de activitate științifică în sprijinul producției agricole*, Cercetări agronomice în Moldova, vol. 3(71), Iași.

127.*, 1989**: *Mémento technique de l'eau, tome 1 et 2*, Degrémont, Rueil-Malmaison Cedex.

128.*, 1991**: *Europe's environment*, Edited by D. Stanners and P. Bourdeau, Copenhagen.

129.*, 1991**: *L'environnement en Europe d'Est*, UNESCO, Paris.

130.*, 1993**: *Le petit Larousse*, Maury Imprimeur S.A. - Malesherbes, Auxerre.

131.*, 1993**: *Buletin an III - Institutul de Studii și Proiectări pentru Îmbunătățiri Funciare*, Atelier de multiplicare I.S.P.I.F. - S.A., București.

132.*, 1993**: *World soil erosion and conservation*, Edited by Pimentel D., Cambridge.

133.*, 1994**: *Analele Institutului de Inginerie Tehnologică pentru Irigații și Drenaje - vol. VII (XVIII)*, S.C. Agris - Redacția revistelor agricole S.A., București.

134.*, 1996**: *Legea îmbunătățirilor funciare nr. 84/1996*, București.

135.*, 1997**: *Lege privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național - Secțiunea a II-a Apa*, București.

136.*, 1997**: *Regulamentul de aplicare a Legii îmbunătățirilor funciare nr. 84/1996*, H. G. Nr. 611, București.

137.*, 1997**: *Stațiunea de Cercetări Agricole Podu-Iloaiei - 40 de ani de activitate științifică (1957÷1997)*, Cercetări agronomice în Moldova, Iași.

Consilier editorial: Vasile VÎNTU
Tehnoredactor: Daniel BUCUR
Corector: Paul SAVU

Bun de tipar: 24.01.2002
Apărut: 2002; format 70 x 100/16
Editura: "Ion Ionescu de la Brad" Iași
Aleea M. Sadoveanu nr. 3
Tel. 032-218300; 140820 (159)
e-mail: editura@univagro-iasi.ro

ISBN: 973-8014-62-X

Tiparul executat la **Institutul Teologic Romano-Catolic Iași**,
Str. Văscăuțeanu nr. 6.

PRINTED IN ROMANIA

B.C.U. „M. EMINESCU" IAȘI

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ISBN 973-8014-62-X

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY